

PLATAFORMA DE GESTÃO E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

DÁRIA SEMIKINA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

Coorientadora: Professora Doutora Castorina Fernanda Silva Vieira

JUNHO DE 2016

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2015/2016

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2015/2016 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2016*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais por todo o apoio e confiança depositada ao longo deste percurso

Só fazemos melhor aquilo que repetidamente insistimos em melhorar. A busca da excelência não deve ser um objetivo, e sim um hábito.

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Porto pela oportunidade de participação no concurso de novas ideias que permitiu o desenvolvimento da parte comercial do presente trabalho.

Ao meu orientador, professor doutor Alfredo Soeiro por permitir que esta ideia pudesse ser desenvolvida para obtenção de grau de mestre e pelo gosto que me proporcionou todo o processo de elaboração.

À co-orientadora, professora doutora Castorina Vieira pela disponibilidade e colaboração importante que proporcionou.

À empresa RCD – resíduos de construção de demolição SA pela disponibilidade de informação essencial para elaboração da dissertação.

Aos meus colegas da faculdade que me ajudaram em tudo que era preciso.

Aos meus pais pelo orgulho que me transmitiram.

Ao João pela ajuda no desenvolvimento de algumas imagens e apoio constante neste projeto.

Ao José que aceitou trabalhar comigo e desenvolveu a parte física para participação no concurso de ideias.

Ao Pedro, Migueis, Ricardo, Álvaro e Cristiana que me proporcionaram toda a amizade e carinho e que se tornaram para além de colegas, amigos.

Ao Rúben, meu gerente, que durante estes 5 anos de estudos me dispensou do trabalho sempre que foi necessário para conseguir obter aprovação nas disciplinas.

RESUMO

A construção civil é um dos setores com maior responsabilidade na produção dos resíduos e pouco motivado para o seu reaproveitamento. Apesar da existência de leis e normas que obrigam as entidades envolvidas no processo construtivo a reciclar e reutilizar os resíduos provenientes de obras novas ou de reabilitação, é sentida uma dificuldade muito grande para atingir os objetivos ambientalistas propostos pela União Europeia neste setor. Nas várias partes que a sustentabilidade engloba, a parte económica é a mais influente para adoção de uma consciência necessária da reutilização de agregados e não a sua procura nas fontes de origem. Nesta perspetiva seria vantajoso a criação de uma plataforma informática ambiental e ao mesmo tempo uma plataforma que gera um mercado financeiro sustentável, isto é: uma plataforma on-line que permite colocar à venda os resíduos tratados, que numa determinada obra não possam ser reutilizados e estes ficarão disponíveis para compra low cost por outra obra que necessite, criando assim um mercado de trocas diretas entre cada empreitada, incentivando a reutilização dos resíduos na perspetiva financeira, criando uma vantagem para todas as partes envolvidas no processo.

A plataforma consiste na representação das empreitadas, nos seus diversos estados, num mapa que permita procurar os reciclados pretendidos e calcular o preço final da operação pelo comprador incluindo transporte e o cumprimento dos termos legais. O modelo proposto baseia-se no conceito de e-map e consiste em criar um mapa on-line que permite colocar à venda os resíduos produzidos e tratados numa determinada obra, ao invés de serem reencaminhados para aterro ou outro tipo de valorização. A necessidade desta plataforma também surge na perspetiva ambientalista europeia para atingir as metas em 2020 e torna-se uma importante ferramenta de controlo legal e estatístico dos RCD, bem como trazendo incentivos do ponto de vistas social, à comunidade envolvida, e financeiro às empresas responsáveis pela produção dos resíduos. É importante entender as capacidades e inovação no tema da sustentabilidade que irá ser promovido e gerado com a entrada no mercado desta plataforma, até porque só existe sucesso para desenvolvimento de qualquer área se estiver presente a noção da inovação.

Na fase final foram elaborados 3 casos de estudo que englobaram diferentes tipologias de intervenção. A análise foi feita com o levantamento dos resíduos de construção e demolição gerados, seguindo dos gastos associados à sua eliminação. A aplicação da plataforma para gestão e reintegração dos RCD de acordo com as especificações existentes em Portugal demonstrou as vantagens económicas em relação à deposição em aterro de resíduos e permitiu concluir as utilidades e oportunidades com a reciclagem em obra, que são descriminadas no presente trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Plataforma, Construção, Sustentabilidade, Economia circular, Mercado de reciclados

ABSTRACT

The construction industry is one of the sectors with the greatest responsibility in the production of waste and little motivated to its reuse. Despite the existence of laws and regulations that require the entities involved in the construction process to recycle and reuse waste from new or rehabilitation works, it felt a great difficulty to achieve the environmental objectives proposed by the European Union in this sector. The various parts that sustainability encompasses, economic part is the most influential for adoption of the necessary awareness of reuse aggregates and not your search in the sources of origin. In this perspective it would be advantageous to set up an environmental platform and at the same time a platform that generates sustainable financial market, ie an online platform which allows you to sell the waste treated, that in certain work can not be reused and these will be available to purchase low cost for other work that needs, thereby creating a market of direct exchanges between each enterprise, encouraging reuse of waste in the financial perspective, creating an advantage for all parties involved.

The platform consists of representation of the works, in different states, in a map that allows you to search the desired recycled and calculate the final price of the transaction by the buyer including transportation and compliance with the law. The proposed model is based on the concept of e-map and is to create an online map which allows you to sell the waste generated and treated in a particular work, instead of being forwarded to landfill or other type of recovery. The need for this platform also appears in the European environmental perspective to achieve the targets in 2020 and becomes an important legal and statistical control of recycled materials tool as well as bringing incentives from the point of social views, the community involved, and financial support to responsible companies in production of waste. It is important to understand the capabilities and innovation on the theme of sustainability that will be promoted and generated in the market whit entry of this platform, because there is only success for development of any area if its present the notion of innovation.

In the final phase were elaborated three study case that encompassed different types of intervention. The analysis was done with the survey of construction and demolition waste generated, following the expenses associated with its disposal. The platform application for managing and reintegration of C&DW according to the specifications in Portugal demonstrated the economic advantages over the landfilling of waste and concluded utilities and opportunities with the recycling in situ, which are discriminated in this work.

KEYWORDS: Platform, Construction, Sustainability, Circular economy, Market place of recycled materials

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	3
2.1. INTRODUÇÃO	3
2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	3
2.2.1. DIMENSÃO SOCIAL	5
2.2.2. DIMENSÃO AMBIENTAL	6
2.2.3. DIMENSÃO ECONÓMICA	9
2.3. IMPACTES AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO ATUAL	10
2.4. ECONOMIA SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO	11
2.4.1. EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA POTÁVEL	11
2.4.2. VIABILIDADE DOS MATERIAIS RECICLADOS	13
2.4.3. CONSUMO ENERGÉTICO E FONTES RENOVÁVEIS	15
2.5. NOTAS FINAIS DO CAPÍTULO	17
 3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	 19
3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RESÍDUOS EM PORTUGAL	19
3.3. COMPOSIÇÃO DOS RCD NA EUROPA	20
3.4. RECICLAGEM E RECUPERAÇÃO DOS RCD – METAS PARA 2020	22
3.4.1. TENDÊNCIA DE EVOLUÇÃO DE PRODUÇÃO DE RCD	24
3.4.2. DIFICULDADES EM REINTEGRAÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS	24
3.5. AGREGADOS DE BETÃO	25
3.5.1. ANÁLISE QUANTITATIVA	26
3.5.2. POSSIBILIDADES DE RECUPERAÇÃO	26

3.6. ALVENARIA DE TIJOLO, CERÂMICOS E TELHAS	27
3.7. OUTROS MATERIAIS DOS RCD	27
3.8. NOTAS FINAIS	28
4. PLATAFORMA DE GESTÃO E TROCA DE RCD	29
4.1. INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO	20
4.2. DESCRIÇÃO DO MODELO	30
4.2.1. EMPRESAS CONTRUTORAS - VENDA	31
4.2.2. EMPRESAS CONTRUTORAS - COMPRA	34
4.2.3. OPERADORES DE GESTÃO	36
4.2.4. ATERROS DE RESÍDUOS	37
4.3. ENQUADRAMENTO VISUAL	38
4.4. RELATÓRIO EXTERNO	39
4.5. RELATÓRIO INTERNO	40
4.6. VIABILIDADE ECONÓMICA	40
4.7. MODELO ECONÓMICO	44
4.7.1. PRINCIPAIS PARCEIROS	45
4.7.2. PRINCIPAIS ATIVIDADES E RECURSOS	46
4.8. NOTAS FINAIS	47
5. CASOS DE ESTUDO	49
5.1. INTRODUÇÃO	49
5.2. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE RCD EM FUNÇÃO DA TIPOLOGIA DA INTERVENÇÃO	50
5.2.1. REABILITAÇÃO DE ESTRADAS	50
5.2.2. EXTENSÃO DE REDES PÚBLICAS DE DRENAGEM	52
5.2.3. REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS	53
5.3. ANÁLISE DE CUSTOS DE DEPOSIÇÃO EM ATERRO E OPERADORES DE GESTÃO	54
5.3.1. ANÁLISE DOS CUSTOS DA BENEFICIAÇÃO DA EN 206	55
5.3.2. ANÁLISE DE CUSTOS DA EXTENSÃO DAS REDES PÚBLICAS DE DRENAGEM ENTRE O CEMITÉRIO DE ANTÍMIO E EN 207	56
5.3.3. ANÁLISE DE CUSTOS DA REABILITAÇÃO DA PAUSADA DO FREIXO	56
5.4. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO COM A PLATAFORMA	57
5.4.1. ESPECIFICAÇÃO LNEC: NORMA E 471: 2009	57

5.4.2. ESPECIFICAÇÃO LNEC E 473: 2009	58
5.4.3. ESPECIFICAÇÃO LNEC E 474: 2009	60
5.4.4. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO DA BENEFICIAÇÃO DA EN 206	61
5.4.5. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO DA EXTENSÃO DE REDES DE DRENAGEM PÚBLICAS	62
5.4.6. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO DA REABILITAÇÃO DA PAUSADA DO FREIXO	63
5.5. CONCLUSÕES E NOTAS FINAIS	64

6. CONCLUSÕES	67
6.1. CONCLUSÕES GERAIS	67
6.2. RECOMENDAÇÕES FUTURAS	68

BIBLIOGRAFIA	69
---------------------------	-----------

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Diferenças entre economia linear e circular, fonte: Ellen MacArthurFoundation	5
Fig. 2 – Princípios de avaliação da LEED, adaptado de LEED Certification.....	9
Fig. 3 – Descrição dos problemas da indústria de construção.....	11
Fig. 4 – Princípios de utilização de água de acordo com as suas prioridades, adaptado de [5]	12
Fig. 5 – Esquema da influência do consumo energético durante construção e demolição	17
Fig. 6 – Descrição quantitativa de resíduos de betão	26
Fig. 7 – Grupos alvo para o mercado de RCD	30
Fig. 8 – Painel de dados iniciais na plataforma	31
Fig. 9 – Painel de dados finais na plataforma	32
Fig. 10 – Painel de materiais suscetíveis para venda	33
Fig. 11 – Imagem inicial da plataforma	39
Fig. 12 – Orientações de uma economia circular no processo de gestão de resíduos. Fonte: APA, Valorização de RCD	41
Fig. 13 – Resíduos gerados pela indústria da construção em 27 países da Europa em 2012	42
Fig. 14 – Resíduos da construção reciclados em 2013 segundo Eurostat	42
Fig. 15 – Resíduos com potencialidade de reciclagem e reintegração de acordo com a sua origem ..	43
Fig. 16 – Estrutura do Business Model Canvas	45
Fig. 17 – Imagem do Google maps antes da reabilitação do troço entre Ponto Nova e Via circular	51
Fig. 18 - Trabalhos de requalificação de redes públicas de drenagem de águas, fonte: Google images	52
Fig. 19 – Pausada do Freixo após ser reabilitada, fonte: Google images.....	53
Fig. 20 – Distribuição de RCD de acordo com a sua produção nos casos analisados	64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1– Aplicações dos resíduos de acordo com a sua origem, adaptado de [9]	14
Tabela 2 – Taxas de percentagem relativa a cada fileira, adaptado de [10].....	21
Tabela 3 – Médias das taxas de reciclagem de RCD dos 27 países da EU, adaptado de [10]	22
Tabela 4 – Infraestruturas e equipamentos existentes ou em construção em Portugal continental em Dezembro de 2011 segundo APA, 2012	49
Tabela 5 – Total de RCD obtidos por operação na reabilitação da EN 209, adotado de [18]	51
Tabela 6 – Distribuição de RCD de acordo com código da LER, adotado de [18]	52
Tabela 7 – Quantidades de RCD produzidos em função das operações na requalificação de redes públicas de drenagem entre o cemitério de Antime e EN 207, adaptado de [18]	53
Tabela 8 – Distribuição de RCD em função do código LER, adaptado de [18]	53
Tabela 9 – Distribuição de RCD de acordo com o código LER, adaptado de [9]	54
Tabela 10 – Preçário de um operador para deposição de resíduos em aterro e operadores de gestão de acordo com código LER, adaptado de [18] e anexo I	55
Tabela 11 – Valor de gestão de RCD da obra BEN	55
Tabela 12 – Valor de gestão de RCD na extensão de redes públicas de drenagem	56
Tabela 13 – Valor de gestão de RCD da intervenção da Pausada do Freixo	56
Tabela 14 – Divisão de RCD em Classes de acordo com o código LER.....	58
Tabela 15 – Viabilidade dos agregados reciclados de acordo com a sua classe e integração como inertes na produção de betão	58
Tabela 16 – Aplicabilidade dos RCD reciclados de acordo com a sua classe e origem.....	59
Tabela 17 – Descrição da aplicabilidade de RCD de acordo com o código LER, classe e categoria ..	60
Tabela 18 – Valores para tratamento de RCD e seu retorno	61
Tabela 19 – Aplicações de acordo com RCD produzidos em função do código LER	62
Tabela 20 – Valores para tratamento de RCD e seu retorno	62
Tabela 21 - Aplicações de acordo com RCD produzidos em função do código LER	63
Tabela 22 – Valores para tratamento de RCD e seu retorno	63
Tabela 23 - Aplicações de acordo com RCD produzidos em função do código LER	63

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

CO₂ – Dióxido de carbono

€ – Euros

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

EAP – Environment Action Program

LCA – Life Cycle Analysis

LCC – Life Cycle Costing

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LER – Lista Europeia de Resíduos

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

UE – União Europeia

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

PIB – Produto Interno Bruto

CEM – Construction Eco Map

AIA – Avaliação do Impacto Ambiental

EIA – Estudo do Impacto Ambiental

TUA – Título Único Ambiental

e-GAR – Guia de Acompanhamento de Resíduos eletrónico

GPS – Global Positioning System

PPG – Plano de Prevenção e Gestão de resíduos

PERSUS – Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

SILOGR – Sistema de Informação de Licenciamento de Operações de Gestão de Resíduos

EN – Estrada Nacional

Ton. - Toneladas

Fig. - Figura

Tab. – Tabela

kg - Quilogramas

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) é uma tarefa que exige o cumprimento de algumas operações importantes para que a reciclagem seja a opção mais utilizada, seguidamente ao reaproveitamento direto. Este tema é analisado frequentemente, pois traduz valores significativos tanto no impacto ambiental como no desperdício financeiro. São elaborados relatórios para identificar os países e os materiais que têm maior produção e taxas de reciclagem. Os estudos elaborados, são incidentes em vários domínios: possibilidades de reintegração, impacto no ambiente e nos aterros de inertes, construções sustentáveis ou mesmo propriedade dos materiais reciclados como substitutos de agregados naturais.

Após a formulação das soluções existentes para responder a este problema, notou-se que a falta de mercados de reciclados é uma lacuna que impede o conhecimento da existência e do fluxo de matérias ecológicas.

Os mercados atuais são lentos, insuficientes, complicados, sem qualidade e sem capacidade de crescimento e não permitem a venda direta entre obras o que aumenta o preço de venda de matérias. A necessidade de colmatar esta situação e criar a procura de inertes reciclados trouxe a ideia de criar um mercado instantâneo, simples, suficiente e lucrativo para os seus utilizadores.

1.2. OBJETIVOS

O presente trabalho foi desenvolvido no sentido de promover uma solução que contribuisse para a gestão de RCD. Os objetivos que foram definidos seguem a seguinte linha de pensamento:

- Identificar a situação atual da produção de RCD: origem, constituintes e suas quantidades, preço para deposição em aterro e preço para encaminhamento para operadores de gestão licenciados;
- Identificar os impactes sociais, ambientais e económicos da tarefa de tratamento de resíduos de construção e demolição;
- Perceber as possibilidades atuais para prevenir e/ou diminuir a produção de RCD: construção sustentável;
- Definir os processos adotados para tratamento de resíduos;
- Estudar a viabilidade económica de uma plataforma que permite gerir os RCD através de alguns indicadores;
- Relacionar a tipologia da intervenção com a quantidade da produção de RCD: inertes com forte potencial de reciclagem e futura aplicabilidade.

Foi feita a análise de 3 casos de estudo para entender as potencialidades do emprego do modelo proposto. Contudo, a informação encontra-se fragilizada devido ao facto de alguns valores serem assumidos pela falta de documentação.

A metodologia para elaboração deste trabalho consistiu numa revisão bibliográfica, frequência a seminários e workshops, participação no concurso da Universidade do Porto de novas ideias, iUP25k, para validação da possibilidade de comercialização, desenvolvimento informático da plataforma e recurso a casos de estudo para validação.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este documento encontra-se organizado em 6 capítulos, sendo o primeiro referente a uma breve descrição do enquadramento e dos objetivos propostos e realizados, e o último relativamente às conclusões finais de todas as fases do desenvolvimento.

O capítulo 2 descreve o que pressupõe um desenvolvimento sustentável na construção, distinguindo as três dimensões: social, ambiental e económica e descreve o conceito de economia circular na construção. Os impactos ambientais e consumo energético dos trabalhos da indústria de construção foram também desdobrados e discutem-se os valores atuais nesta temática.

No capítulo 3 encontra-se definida a legislação em Portugal para tratamento e gestão de RCD bem como são explícitos os constituintes dos RCD e suas quantidades em 27 países da União Europeia. As tendências da produção de resíduos e dificuldade na sua reintegração são abordadas e exploradas neste capítulo.

O capítulo 4 descreve o modelo proposto para dar contributo à gestão de RCD. São definidas as principais ações e o funcionamento básico inicial. Desenvolveu-se também, um modelo de negócios que permitisse avaliar todos os intervenientes e partes interessadas dentro da plataforma. Todas as operações propostas são do entendimento do autor.

O capítulo 5 contém 3 casos de estudo que tiveram por objetivo, criar indicadores que possibilitassem o entendimento do desperdício financeiro e a oportunidade de lucro com o tratamento e reciclagem de RCD in situ pelos produtores. Os valores calculados tiveram por base o pressuposto da utilização da plataforma em forma de venda direta obra a obra.

2

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

2.1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma indústria com uma enorme influência na economia mundial e como tal precisa de estar em constante inovação e evolução. É, atualmente, um sector que gera enormes quantidades de resíduos durante e após uma reabilitação, demolição ou construção de infraestruturas e torna-se imprescindível implementar o conceito de sustentabilidade nas diversas fases dos trabalhos a executar.

A sustentabilidade na construção é um conceito ainda recente que é alvo de vários estudos e responsável pela implementação de novas soluções e ideologias. As soluções e ideologias desenvolvidas, porém, não são suficientes para atingir as metas propostas pela União Europeia até 2020 de reciclagem dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

A sustentabilidade está dividida em três partes distintas: social, ambiental e económica e é importante que as mesmas se encontrem em equilíbrio para o mesmo objetivo final. Contudo, é notório que a dimensão económica é o grande obstáculo e desequilíbrio deste sistema e encontra-se pouco desenvolvida e incentivada. A consciência para reutilização dos RCD e a diminuição da procura de materiais nas fontes de origem necessita de ser estimulada financeiramente.

O presente trabalho visa o estudo e desenvolvimento de uma plataforma informática capaz de criar um mercado interno na construção civil, financeiramente sustentável e não só solucionar o problema económico como o legalmente aplicável.

2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável está em constante evolução desde a segunda metade do século XX quando, em 1987 foi pela primeira vez incorporado no Brundtland Report onde se acentuou a ideia de que um desenvolvimento sustentável é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” [1]. A indústria da construção, como grande consumidora de recursos naturais precisou de se adaptar, criar estratégias e desenvolver modelos ecologicamente sustentáveis. Segundo o Worldwatch Institute, um instituto de pesquisa independente fundado em 1974 com o objetivo de acelerar a transição para um planeta mais

sustentável, a construção consome 40% das pedras e areias no mundo por ano e tem um grande impacto na desflorestação que ronda a extração de 25% de madeira anualmente.

Ao encontro da solução para os problemas ambientais e sociais gerados pela construção criaram-se padrões de performance ecológico. Os padrões vieram ao encontro de várias fases e dimensões de trabalhos, porém foi importante entender que a sustentabilidade na construção é alimentada por três grandes dimensões: social, ambiental e económico.

A sustentabilidade social enquadra os parâmetros de desenvolvimento cultural e físico para os indivíduos com possibilidades reduzidas, melhorando a qualidade de vida da população em geral, apelando a um crescimento uniforme e justo na medida de prevenir as discrepâncias sociais e garantir o acesso aos serviços em prol de criação de acesso completo à cidadania. Este setor encontra-se no presente momento, dotado de estratégias exequíveis e fiáveis para alcançar os objetivos propostos. O apoio do governo e de todas as empresas englobadas nesta dimensão é fundamental para realizar um trabalho correto. É importante referir que o fator de crescimento deste setor está diretamente ligado com o PIB de cada país e de normas legislativas em vigor, sendo assim possível observar melhores condições em países auto sustentáveis, ou seja, países que estão pouco dependentes de exportações no setor da construção, bem como da utilização de agregados e outras matérias primas oriundas de fontes naturais. Existem vários programas que tentam ir de encontro aos objetivos, cada um com a vocação para um propósito diferente, mas todos com um objetivo comum, isto é, atingir a mesma meta. O 7th Environment Action Program (EAP) é um dos programas que tem como principais objetivos proteger, conservar e melhorar o capital natural da união europeia, criar recurso eficientes e verdes que definam a política de baixas emissões de carbono e também garantir o bem estar dos cidadãos [2]. O LIFE é outra iniciativa que pretende financiar projetos que vão de encontro à resposta para diminuir a degradação do meio ambiente, distinguindo as áreas de acordo com a sua origem e objetivo. Os projetos financiados foram avaliados em 3400 milhões de euros até ao presente ano de 2016 e encontram-se em aberto candidaturas para novos projetos verdes [3]. A disponibilidade de recursos financeiros para este fim é proporcional à mentalidade e maturidade do país em causa.

Na segunda grande dimensão responsável pelo crescimento sustentável são criadas condições ambientais que visam a redução da emissão de gases tóxicos, do desperdício, do consumo nas fontes de origem, da desflorestação e de todos os setores que prejudicam direta ou indiretamente o meio ambiente. A preocupação nesta área não é recente, contudo só há poucos anos começaram a existir obrigações legais para o seu cumprimento. A mentalidade dos empresários na construção é pouco flexível e é alvo de um processo lento de mudança e mais incisivamente no que diz respeito a implementação de soluções que não tem como fim gerar lucro. Atualmente, cada vez mais são alvo de estudo as vantagens económicas de utilização de técnicas ecológicas. Todas as técnicas são divididas pelas diferentes fases de trabalhos e normas de execução. A dificuldade em justificar as vantagens na sua aplicação cada vez é mais ultrapassada e contornada.

Na coesão de todos os esforços entra a sustentabilidade económica, que acaba por ser a mais motivadora e pouco estimulada para funcionamento de todos os planeamentos conforme o previsto. O grande modelo que visa solucionar e incorporar a manifestação desta dimensão é a adoção de uma economia circular na construção, que pode ser observado na figura 1, ou seja criar um fluxo continuo entre todas as fases de valor sem necessidade de procura exterior, aproveitar todos os os processos e materiais para gerar valores, incentivos e proveitos num sistema circular: reciclar, reduzir e reutilizar. Atualmente são desenvolvidas técnicas e materiais ecológicos motivadores da economia, contudo as fracas obrigações legais em países em que as taxas de reciclagem de RCD ainda são baixas traduzem a ineficácia na adoção dos métodos verdes.

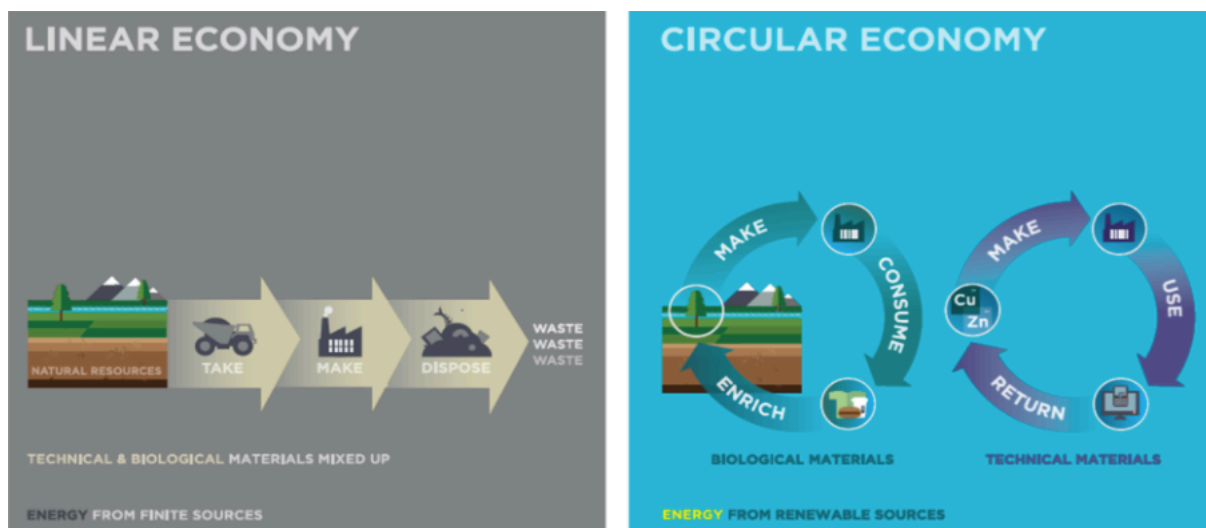


Fig. 1 – Diferenças entre economia linear e circular, fonte: Ellen MacArthurFoundation

2.2.1 DIMENSÃO SOCIAL

As atitudes socialmente sustentáveis não devem ser encaradas com importância incidente somente na população desfavorecida. A realização de projetos permite estimular a qualidade de vida de todos os indivíduos. As ações podem ter caráter físico ou psicológico ou até completarem-se. Um exemplo fácil de perceber é o aumento de um sistema educacional de qualidade que diminuirá as tendências para agressões em idades jovens de todas as classes sociais, proporcionará um aumento cultural da população o que implica o entendimento da importância para salvaguardar o meio ambiente e consciência para adotar técnicas verdes na construção, bem como, a reciclagem de elementos não tóxicos. Está demonstrado um desenvolvimento em cadeia que necessita de atenção e equilíbrio entre todas as ações.

As atitudes que permitem potencializar a sustentabilidade social estão incidentes em implementar projetos com fins educativos e sociais gratuitos, aplicação de um sistema de educação pública com qualidade, criar elementos destinados a gerar virtuosismo na aprendizagem de jovens: cursos gratuitos de línguas, áreas aplicadas a engenharias ou outras. A responsabilidade governamental nesta dimensão deve aplicar medidas que garantem uma vivência em dignidade dos cidadãos de maneira a estimular o seu bem-estar, desenvolvendo medidas que garantem o saneamento básico, tratamento de águas e garantir o correto funcionamento de serviços básicos. Os sistemas educacionais devem estar dotados de informações fáceis, céleres e objetivas a serem transferidas para os aprendizes na medida da importância da conservação ambiental para a sociedade e demonstrando o aumento da qualidade de vida com essas práticas.

O setor da construção civil possui uma responsabilidade muito considerável na produção de resíduos e saturação dos aterros, diminuindo a qualidade do meio ambiente e posterior qualidade de vida da população mundial. A alteração destes acontecimentos passa por evoluir na qualificação dos trabalhadores envolvidos em todo o processo na adoção de técnicas e práticas ecológicas, de onde surge a necessidade de investimento desde cedo na educação (aposta em gerações futuras) dos cidadãos e adoção de programas socialmente sustentáveis. O intuito de continuar a apostar e desenvolver este tipo de programas é conseguir atingir o apoio consciente de toda a população sobre a problemática do esgotamento de recursos naturais e valorização da reciclagem e reutilização como meios alternativos e de combate a este processo. Toda a ordem de desenvolvimento sustentável está interligada e só poderá produzir avanços se todos os elementos da população cooperarem no pensamento e nas ações.

Todas as considerações apresentadas seguidamente ao nível de aplicação direta às empresas e ao nível escolar foram conclusões do autor, como contributo de solução, após a identificação do problema.

Ao nível escolar obrigatório deverão ser considerados os seguintes métodos:

- Implementação de matérias mais específicas na gestão e planeamento do território, bem como atribuição de uma carga horária mínima: conservação do ambiente como consequência de aumento da qualidade de vida;
- Desenvolvimento de conferências e reuniões regionais gratuitas com a participação dos estudantes de maneira a proporcionar o convívio, uma aprendizagem e retenção de informação mais acessível de matérias ambientais na construção civil: métodos ecológicos de construção, apresentação de empresas verdes, incentivos e proveitos financeiro na adoção de técnicas que visam a incorporar os reciclados ou a reutilização de produtos (estes eventos irão transferir informação não só aos participantes, bem como a divulgação pelos mesmo aos seus familiares e/ou amigos);
- Implementar concursos de novas ideias para gestão de resíduos e/ou sua recuperação com atribuição de prémios ou menções honrosas de maneira a estimular a participação: a imaginação é mais fértil em faixas etárias ativas à colheita de ciências (pequenas ideias podem gerar grandes projetos se forem trabalhadas e desenvolvidas);

Na aplicação direta às empresas da indústria da construção deverá verificar-se:

- Formação no âmbito de preservação do meio ambiente de todos os colaboradores: técnicas de pensamento, planeamento, construção, prevenção, redução, reincorporação, e tratamento de resíduos. Todas as noções devem ser específicas e objetivas para não omitir ou proporcionar dúvidas na fase de execução das ações. A criação de equipas especializadas e a obrigatoriedade legal em possuir este tipo de certificado por todos os membros seria um impulso positivo na divulgação e atuação;
- Divulgação de entidades competentes na elaboração de propostas ecológicas;
- Criação de certificações faustosas com reconhecimento social: garantir o conhecimento dos objetivos pela população de maneira a criar apoio e clientes interessados em escolher empresas com este tipo de documentação presente;
- Incentivar a divulgação de projetos ecológicos através dos media;
- Criar recompensas sociais para as empresas sustentáveis: publicidade gratuita em projetos solidários, menções honrosas e outro tipo de prémios não monetários.

2.2.2. DIMENSÃO AMBIENTAL

A depapidação dos recursos, as emissões de gases poluentes, resíduos e a transformação da paisagem que a construção civil origina é preocupante na dimensão mundial. A sustentabilidade ambiental desta indústria é alvo de vários progressos nas formas e técnicas do seu desenvolvimento. O fator ambiental que precisa de estar em equilíbrio com o económico e social é o que se encontra com mais riscos associados. No seguimento destas preocupações e no sentido de atuar pela raiz na análise e correção dos problemas surgiu a Avaliação de Ciclo de Vida (Life Cycle Analysis, LCA) que pretende identificar, atenuar e adotar os impactes originados através dos padrões construtivos. Este método propõe alcançar melhorias significativas devido à criação de uma base científica claramente fundamentada.

Os sete princípios da construção sustentável apresentados por Kilbert (1994) numa conferência organizada pelo “Conseil International du Batiment” traduzem a resposta para a preocupação ecológica:

- 1) Redução do consumo de recursos;
- 2) Reutilização dos recursos;
- 3) Utilização de recursos reciclados;
- 4) Proteção da Natureza;
- 5) Eliminação de tóxicos;
- 6) Aplicação de “life-cycle costing” (LCC);
- 7) Orientada para a Qualidade;

A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) pretende verificar e garantir a realização dos princípios para uma construção ecológica e é um método que tem como objetivo indicar o impacto de um determinado material, de um artigo, ou de toda a estrutura completa durante todo o seu tempo de vida. A análise é feita desde a fase de exploração, seguida do processo de elaboração, aplicabilidade na fase construtiva, manutenção e conservação até à fase final que corresponde à demolição ou desconstrução seletiva e consequente tratamento englobando todas as etapas o transporte devido. A avaliação é feita a partir do impacto gerado ao longo do ciclo de vida [5].

A estratégia de “Life-Cycle Assessment” (LCA) destina-se, para além de análise da carga ecológica relevante no meio ambiente nas diferentes fases dos trabalhos, a reconhecer as lacunas e providenciar um plano de melhoria na gestão dos processos e produtos utilizados, produzindo a comparação do mercado existente e divulgação estatística pública ou privada.

A LCA é dotada de etapas que se focam em analisar o relacionamento que existe entre uma estrutura ou material da estrutura com o meio ambiente durante toda a existência, construção e demolição de um trabalho. A distinção entre as diversas fases segundo este arquétipo deve ser feita de seguinte maneira:

- 1) Fase de ideia (Fase 0) e Conceito (Fase 1): os critérios de construção que deve obedecer um edifício de acordo com a sua função. O LCA nestas fases ainda é muito primogénito e vago e pode estar dotado de ponderações, guias e documentos tipo;
- 2) Idealização (Fase 2): esta é uma das fases mais importantes a ser estudada, devido ao seu impacto ser mais agressivo nas decisões. Todos os recursos do LCA devem ser disponibilizados e postos em prática;
- 3) Realização do Edifício (Fase 3): todo o conhecimento detalhado sobre o LCA elaborado na fase anterior deve ser divulgado a todos os intervenientes de maneira a determinar as resoluções em obra e de materiais a serem fornecidos. A preocupação nesta etapa foca-se, essencialmente, nos impactos relativos ao consumo de matérias e à produção de resíduos;
- 4) Utilização (Fase 4a): esta parcela é preocupa-se com a determinação do impacto na gestão de águas, resíduos e eficiência energética. A consciência dos utilizadores nesta tarefa é um fator importante para realizar os objetivos propostos para o edifício;
- 5) Reabilitação (Fase 4b): é importante a escolha de matérias para a renovação bem como a gestão e tratamento correto dos resíduos de construção e demolição que está operação irá dar origem. Todas as orientações para estes trabalhos definidas no LCA, de produtos ou técnicas de elaboração devem ser aplicadas e sujeitas a revisão em função do tempo de acordo com novas técnicas e materiais desenvolvidos com menor impacto ambiental;
- 6) Fim de vida (Fase 5): a importância incide na promoção das técnicas adequadas de reutilização, reciclagem ou deposição em aterro, que deverá ser a última opção. O principal impacto nesta fase diz respeito aos resíduos de demolição;

Na análise destas descrições é notório que a fase de projeto ou idealização é a mais influente e determinante para todas as fases seguintes.

As abordagens conceptuais e detalhadas dos materiais e edifícios poderá tornar a LCA complexa, dispendiosa e bastante vasta o que provoca uma lacuna na aplicação deste modelo na sua forma mais direta. Neste âmbito tem vindo a ser desenvolvidos programas destinados ao setor da construção de maneira a proporcionar uma abordagem mais fácil para integrar em sistemas de avaliação ambiental das estruturas.

O sistema elaborado pela comissão CIB-W100, que avalia o impacto dos edifícios no ambiente, distingue quatro tipos diferentes de abordagem a serem utilizados no estudo ambiental do edifício em que privilegia a relação direta com o LCA os dois primeiros:

- LCA ambiental para materiais ou edificado;
- Declaração Ambiental do Produto, Rotulagem Ecológica, Informação de Referência;
- Guias Ambientais ou Listas de Verificação para a conceção, conceito e construção de edifícios;
- Sistema de Ponderação, Avaliação Ambiental Integrada;

Foram criados padrões de construção reconhecidos internacionalmente, de maneira a dar resposta às abordagens de LCA, com diferentes técnicas, mas o mesmo objetivo: mudar o conceito da construção tradicional. Através destes padrões é possível intervir em diferentes fases da operação e garantir um impacto positivo no ambiente. A Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) é uma organização que certifica os edifícios de acordo com os pontos que recebe pela sua integração na comunidade, construção e manutenção e a sua estratégia foca-se essencialmente na redução de água, energia e emissão de gases de um edifício mais ecológico. É uma marca de qualidade reconhecida internacionalmente, que garante uma verificação independente das características de uma estrutura na fase do planeamento, desenvolvimento ou já existente. Os seus princípios para avaliação podem ser observados na figura 2. É aplicada a todo o tipo de edifícios [4]. A Green Build Initiative proporciona uma orientação personalizada na conceção e construção de diferentes tipos de edifícios de acordo com a sua função e integração na comunidade.

O uso de uma LCA provem da aplicabilidade de ferramentas informáticas especializadas neste domínio com a incidência nos produtos e técnicas de construção. Na seleção do programa mais adequado devem ser tidas em conta os aspetos mais alarmantes: as informações que possuem e a qualidade de manutenção dos inventários, pois a garantia dos dados relativamente às técnicas ou materiais analisados influi diretamente na qualidade final.

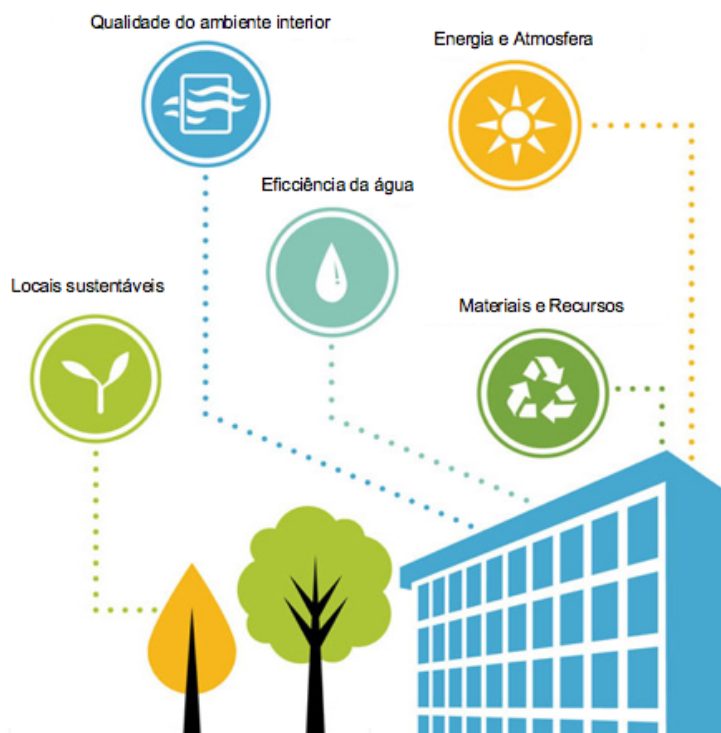


Fig. 2 – Princípios de avaliação da LEED, adaptado de LEED Certification

2.2.3. DIMENSÃO ECONÓMICA

A terceira e grande dimensão que engloba o termo de sustentabilidade é relativamente ao poder económico. Esta parcela conduz ao desequilíbrio do sistema na conjugação das restantes intervenientes. É feito um esforço muito grande pela União Europeia para inverter esta situação e tornar o fluxo do desenvolvimento sustentável mais fácil e acessível.

São alvo de vários trabalhos a procura de soluções para colmatar esta situação, entre elas a adoção de uma economia circular. Este modelo será descrito mais detalhadamente posteriormente, contudo ainda é difícil mudar a opinião e mentalidade dos empresários relativamente à preocupação da necessidade de adotar uma construção mais ecológica. Os fracos e quase inexistentes incentivos financeiros em adotar técnicas e pensamentos mais verdes tornam difícil o estímulo para a mudança.

O custo do produto é, sem dúvida, um fator muito relevante na sua escolha. A decisão na compra de um material deverá ser integrada no conjunto custo mais ciclo de vida dos bens, sistemas e estruturas como um só e não focar-se somente no custo de aquisição. Este pensamento priva a consciência de que os materiais vão sofrer degradação ao longo do seu tempo de vida útil e necessitam de manutenção ou troca e neste processo está diretamente implícita a qualidade versus valor económico. Esta análise é dominada como Life Cycle Cost (LCC).

O LCC não deve sofrer uma análise independente do método de LCA, pois os dois são complementares e estão diretamente relacionados com a incidência no âmbito económico e ambiental, respetivamente. A metodologia de LCC visa seguir a norma ISO 15686, quando propõem que o valor monetário ao longo do ciclo de vida está diretamente ligado a uma classificação económica que considera todos os fluxos económicos importantes num determinado espaço temporal. Em complemento, a LCA (ISO 14040) quantifica os impactos ambientais provenientes de um determinado produto, detalhando a energia e libertação de gases tóxicos durante o seu ciclo de vida. Esta ferramenta traduz os custos efetivos reais afetos a uma edificação e engloba todos os custos subsequentes aos iniciais (operações adjacentes).

As semelhanças entre os dois modelos destacam-se nas seguintes partes:

- 1) Descrição e volume de matérias usadas;
- 2) Especificação do tempo de vida útil para a utilização dos materiais;
- 3) As operações de uso do edifício;
- 4) Deposição e/ou reciclagem no final da vida do edificado;
- 5) Consideração da vida útil diferente para o mesmo material em diferentes contextos da estrutura (exposição, intento);

A principal grande diferença entre o arquétipo de LCC e LCA é sentida, em que no primeiro não há nenhuma abordagem relativamente à fase de fabricação do produto, mas é tomado em conta apenas o seu custo final no mercado, enquanto LCA adota a preocupação com essa etapa e estuda o parâmetro energético afeto [5].

A sustentabilidade económica na escolha de materiais a incorporar nos trabalhos de construção passa pela análise do custo de ciclo de vida desse produto e é importante o estudo do valor monetário de acordo com o modelo descrito para colmatar a visão pertinente de curto-prazo, entender todo o processo envolvente e contribuir para o desenvolvimento do movimento da Construção Sustentável e revelar as relações de custo versus benefício.

2.3. IMPACTES AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO ATUAL

Segundo os relatórios disponibilizados pela Eurostat [6], em 2012, foi estimado a produção de 345,565,047 toneladas de dióxido de carbono na Europa a partir dos trabalhos de construção civil num total de 3,786,298,119 toneladas o que corresponde a 9,1% da produção de 27 países europeus, excluindo outros gases responsáveis na contribuição para o aumento do efeito de estufa que estimulam na totalidade 20 – 30% das libertações prejudiciais. Estes valores traduzem o impacto gerado no aumento das consequências – aquecimento global, deterioração da camada de ozono, chuvas ácidas, anomalias ecológicas incorrigíveis, poluição do ar e todas as operações consequentes e afetadas por esta questão.

O problema da produção de gases tóxicos não se encontra isolado de outras implicações. A questão da desflorestação é afetada por esta indústria e contribui em 25% para o seu agravamento, bem como consumo de 30 – 40% da energia produzida e 40% de extração de matéria prima. O consumo da água potável é também traduzido em 12 – 16 %. A construção traduz significativos impactes no ambiente e qualidade de vida da população e é responsável pela produção de 40% do total dos resíduos, compactação e alteração da qualidade do solo, poluição do ar por libertação de odores desagradáveis, esgotamento de recursos não renováveis, poluição das águas subterrâneas e superficiais bem como a alteração visual do meio envolvente e os respetivos habitats.

As principais fontes responsáveis por estes dados têm origem durante a fase da obtenção dos materiais, elaboração e demolição dos trabalhos. São feitos muitos esforços para combater este problema como é o exemplo de utilização de materiais reciclados durante os trabalhos ou utilização de técnicas que traduzem menor impacte. Contudo, o grande desafio é ultrapassar o esgotamento de aterros e respetivos desperdícios de materiais com potencialidades de serem valorizados noutras intervenções.

A legislação neste âmbito ainda é ineficaz em alguns países o que traduz o lento desenvolvimento da correção e reparação dos danos atuais, bem como os estímulos económicos das deposições em aterro ou procura de materiais nas suas fontes de origem. A Alemanha e Portugal são dois exemplos opostos neste domínio e é sentida uma diferença vigorosa nas taxas de poluição ou reutilização de produtos, sendo o primeiro país muito mais eficiente em todas as fases [7]. A procura de materiais reciclados é traduzida

ainda numa incerteza pelos empresários bem como as estruturas pouco explícitas de custos versus benefícios na cadeia de valor. Outros problemas que estão na reciclagem de RCD são devidos à insuficiência de modelos eficientes a diversos níveis que traduzam uma solução atraente em vez da recorrência a aterros. A figura seguinte resume as problemáticas existentes na construção.



Fig.3 - Descrição dos problemas da indústria de construção

2.4. ECONOMIA SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO

As transações económicas e ambientais envolvidas em todos os processos que englobam a construção, reabilitação ou demolição podem ser divididas em 3 grandes grupos merecedores de atenção e sua exploração nas várias fases do ciclo de vida da estrutura: projeto, construção e utilização e demolição. Estes grupos são divididos a partir da sua dimensão, impacto e consequências: redução no uso de água, viabilidade de materiais reciclados e energia, consumo e fontes renováveis.

Uma economia sustentável traduz o equilíbrio na utilização, recuperação e diminuição de todas as parcelas que contribuem para minorar a qualidade de vida, do ambiente e desperdícios monetários.

2.4.1. EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA POTÁVEL

A indústria da construção é responsável por um significativo consumo de água potável e contribui para a escassez ou esgotamento para consumos necessários à vida humana. De acordo com World Water Council [5], 23 países irão sofrer extermínio total de água até 2025 e mais de 45 países estarão em stress hídrico na mesma data, o que contabiliza cerca de 3 mil milhões de pessoas. A preocupação neste âmbito também é conduzida a Portugal e países mediterrâneos que estão em constante evolução climática o que conduz a uma diferença forte na presença deste recurso a curto/médio prazo. Em função destas constatações a medida prioritária é diminuir os consumos e aumentar a eficiência no uso da água.

Metade do valor das ineficiências totais no uso de água é atribuído ao fornecimento urbano: sistemas públicos e prediais, e é aqui que deverá atuar o conceito de economia sustentável na construção, reduzindo estes desperdícios de acordo com as tecnologias, técnicas e processos existentes. A implementação de novos paradigmas deverá consistir na metodologia dos 4R: reduzir, reutilizar, reciclar

e recorrer. O recurso a origens alternativas consiste em promover a aplicabilidade de água não potável invés da potável, pois a renovação da disponibilidade da água não é suficiente para as exigências do seu consumo e está a sofrer alterações quantitativas e qualitativas devido ao aquecimento global. A lógica é simples, mesmo que a água esteja disponível a sua utilização poderá estar limitada devido a não satisfazer os níveis de qualidade mínimos. Porém é importante lembrar que o tratamento excessivo conduz a desperdícios de consumo de recursos e deve ser adequado às primordialidades das utilizações. Na particularidade dos edifícios são viáveis várias soluções de utilização de uma forma distinta e acordada para os requisitos de qualidade nos diferentes usos da água.

A diminuição dos consumos pode ter origem em diferentes patamares, como a educação ambiental a nível social ou implicações monetárias, contudo é notório que a grande ingerência é relativa às tecnologias adaptadas para providenciar a fluidez da água, ou seja, à eficácia da mercadoria imposta. A sustentabilidade da água deve ser assim promovida pelas especificidades da competência hídrica das estruturas e acompanhada com a reutilização, reciclagem e fontes alternativas.

As propostas concretas neste domínio são dirigidas à aplicação de equipamentos de baixo consumo ajustados à utilização de origens alternativas, tais como águas subterrâneas ou da chuva. As águas residuais domésticas podem ser reutilizadas em outras tarefas que necessitam desse recurso como a rega. Os aguaceiros podem contribuir para satisfazer as necessidades de lavagens ou de autoclismo e sendo esta fonte responsável por economizar de até 50% da água das redes públicas e sem desperdício do conforto. A escolha dos utensílios ecológicos durante a fase de planeamento dos trabalhos de construção ou reabilitação é importante para colmatar os desperdícios.

Como se pode observar na figura seguinte, as opções de acordo com a qualidade de água devem satisfazer a ordem indicada pelas linhas completas, e o traço a tracejado significa a segunda opção de utilização.

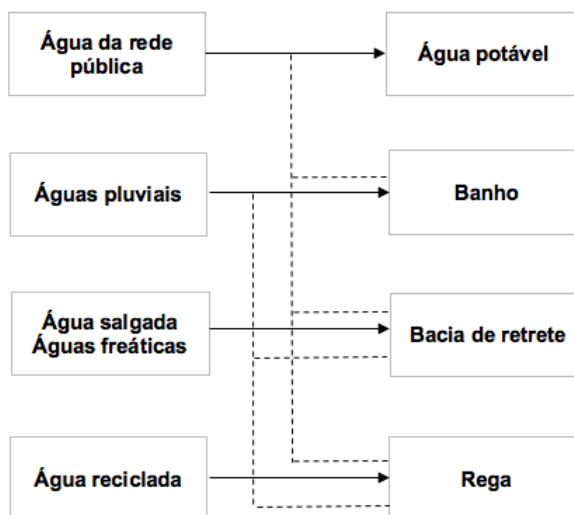


Fig. 4 – Princípios de utilização de água de acordo com as suas prioridades, adaptado de [5]

A trabalhabilidade hídrica máxima é acompanhada de valores de consumo nulos, ou seja, uma seposição teórica em maior parte das situações devido á dificuldade de garantir o conforto, a saúde ou mesmo o funcionamento dos itens. As tecnologias que disponibilizam o consumo nulo são ainda economicamente pouco viáveis e limitadas como é o caso de sistemas sanitários químicos, de ar comprimido ou mesmo de vácuo.

O conforto e o desempenho dos sistemas devem encontrar-se em harmonia para um correto funcionamento, bem como a segurança nas conexões de toda a rede para garantir que não ocorre contaminação das águas potáveis.

Na fase de planeamento de qualquer espécie de projeto devem ser tidas em conta as regras orientadoras que contribuem para a sustentabilidade na construção na escolha de produtos e soluções a adotar a nível de desempenho hídrico o que implica a consulta da rotulagem ou especificações técnicas da eficiência hídrica.

2.4.2. VIABILIDADE DOS MATERIAIS RECICLADOS

Os resíduos provenientes das obras de construção ou demolição devem, inicialmente, ser separados de acordo com as suas especificidades em contentores ou recipientes adaptados e devidamente requisitados para tal função. Seguidamente, é necessário que tenha início um processo de triagem e separação por fileiras para identificação e separação dos RCD.

No momento em que a divisão por classes (de acordo com o código LER) se encontra realizada deverá ser elaborada uma tabela com as potencialidades de valorização e um modelo-tipo encontra-se especificada neste documento.

Os anos de estudos e trabalhos feitos para viabilizar a reintegração de materiais reciclados provenientes dos trabalhos de construção demonstram resultados positivos e alguns incentivos financeiros fortes para a sua utilização [8]. O betão, por ser o elemento estrutural com maior presença na composição dos resíduos, é o que traduz impactos positivos nas pesquisas. É usual, em países com alta taxa de reciclagem, a operação de britagem ser realizada no local dos trabalhos, o que permite reutilização massiva direta do material em outras áreas. Após este processo os elementos britados podem ser classificados como agregados reciclados e potencializados: enchimento em transformações ecológicas de pedreiras ou produção de betão sustentável de acordo com a sua granulometria, qualidade e pureza. Os lotes granulométricos devem indicar as quantidades, em percentagem, presentes de cada tipologia: finos, médios e grossos. Estes devem, ainda, indicar a dimensão máxima das partículas e os constituintes (betão, agregados não ligados, solos, vidro e outros).

Os materiais cerâmicos, inclusivamente e especialmente os tijolos, não têm, atualmente, capacidade para atingir viabilidade económica devido a não existência de um mercado local capaz de realizar as transações dos reciclados. Este é um segmento decisivo para a fluidez de intercâmbio de materiais ecológicos e a possibilidade de utilização de tijolos novos poderá ser a solução economicamente mais viável. Este tipo de produtos pode ser, também, utilizado na produção de argamassa ou cimento, bem como possui fortes capacidade de material de enchimento ou a incorporar em trabalhos rodoviários.

Os metais são de fácil reutilização e não exigem processos complexos para tal. A necessidade de intervenção é mínima e a valorização no mercado é muito robusta. A recuperação das funções deste material influi significativamente na economia de energia necessária para a sua produção desde a origem. As suas propriedades mantêm-se constantes e a recuperação é economicamente viável.

Os plásticos, vidros e outras matérias constituem a menor fração na totalidade dos RCD, contudo merecem a devida atenção nas potencialidades que possuem de acordo com as suas propriedades físicas e químicas e devem sempre que possível reincorporar noutras atividades.

Todos os materiais perigosos como as telhas de fibrocimento, alcatrão, amianto, óleo, tintas e outros produtos deste género devem ser tratados separadamente dos restantes e divididos de acordo com a sua toxicidade para posterior informação na deposição em aterro. Este género de elementos deve ser evitado

e substituído sempre que possível ainda em fase de planeamento e a sua recorrência deve ser justificada unicamente em última instância.

De acordo com a granulometria seletiva e a correta separação dos resíduos com potencialidades em valorização elaborou-se a tabela seguinte que pretende resumir as imensas utilizações possíveis em reincorporação possíveis atualmente e economicamente satisfatórias.

Tabela 1– Aplicações dos resíduos de acordo com a sua origem, adaptado de [9]

Material	Descrição	Aplicação
Betão	Triturado, resultante de demolições	Material de aterro, base de enchimento para valas de tubagens
	Triturado e crivado com poucas ou nenhuma impurezas	Sub-base em pavimentação, agregado reciclado para fabrico de betão novo e base de enchimento para compostos de drenagem
	Triturado e crivado, limpo de impurezas e com menos de 5% de tijolo	Construção de pavimentos rodoviários, material para betão, material de aterro e base de enchimento para valas de tubagens
Alvenarias	Tijolos	Agregados para betão, agregados para produção de peças pré-fabricadas de betão, agregados para tijolos de silicato de cálcio, material de enchimento para estradas, material de enchimento para valas e tubagens, material de enchimento e estabilização de caminhos rurais, revestimento de campos de ténis
	Azulejos	Material de enchimento
	Pedra	Idêntica à dos resíduos de betão
Madeiras		Mobiliário, soalhos, portas, caixilhos de janelas, estacas para plantas, reparação de edifícios rurais, material de enchimento para a correção de taludes, incineração com recuperação de calor para pirólise, para a compostagem e para a produção de combustível
Metais	Alumínio, ferro e cobre	Sucata

Vidro		Produção de novo vidro e construção de pavimentação como integrante na mistura final para camadas de base e sub-base, bem como aterros
Plásticos	Termoplásticos	Incineração com recuperação energética, reciclagem por processamento mecânico, utilização na reciclagem de fontes energéticas (como o petróleo bruto e o gás natural)
Materiais de Isolamento		Pirólise, moldagem de tijolos artificiais, espalhamento sobre o produto não curado (depois da espuma estar separada em fibras simples)
Materiais que contêm gesso		Integração em placas para tetos, pavimentos, no cimento expansivo, no material de enchimento em obras de estradas e caminhos-de-ferro
Resíduos perigosos recicláveis	Óleos	Transformação em combustível ou refinados para a produção de novo óleo

2.4.3. CONSUMO ENERGÉTICO E FONTES RENOVÁVEIS

O consumo energético durante todo o processo construtivo, utilização do edifício e sua demolição deve ser analisado e avaliado de acordo com o seu impacto ambiental. Na fase inicial e final a questão é dirigida para a avaliação de rácios obtidos através da utilização de equipamentos de demolição ou construção de grande ou pequeno porte, isto é, todos os os equipamentos mecânicos envolventes. As conclusões determinam que a escolha de encadeamento de tarefas certas é imprescindível para poupança na energia e na libertação de poluentes inerentes à desconstrução seletiva, demolição ou construção. As características técnicas dos equipamentos são um fator também determinante bem como o seu rendimento e deve ser tido em conta de acordo com um estudo entre o tempo de funcionamento, a evolução dos trabalhos e consumo de energia do equipamento por hora, pois a utilização de uma máquina mais potente pode ser ambientalmente mais vantajoso do que uma menos, mas que demora muito mais tempo na realização do trabalho pretendido. O transporte necessário de materiais também precisa de ser contabilizado e sumariado. Depois de estarem reunidos todos estes parâmetros é praticável determinar as lacunas e atuar na sua atenuação. As medidas a incorporar têm um caráter imperativo na salvaguarda do ambiente pela redução de CO₂ ou pelo esgotamento de fontes pouco ou não renováveis se forem contabilizados na totalidade dos trabalhos de construção a decorrer mundialmente. A resposta é aplicável na preferência por transporte que usa fontes ecológicas para sua movimentação, equipamentos mais verdes e técnicas de desconstrução e construção sustentável e seletiva para prevenção de trabalhos adjacentes.

As energias renováveis devem ser a fonte de maior consumo para satisfação das necessidades: usar sem esgotar. Os projetistas devem proceder à criação de estruturas mais eficientes na perspetiva de otimizar os recursos energéticos e, durante a fase de utilização cabe a responsabilidade dos utilizadores explorar de maneira mais racional o edifício. A etapa correspondente à parcela que contribui mais gravemente para o consumo de energia é a fabricação de materiais que está dependente das matérias-primas constituintes. A opção por reabilitar invés de construir novamente traz vantagens não somente no processo construtivo, ou seja, nos materiais incorporados, como também a melhoria da qualidade do conforto e as condições de consumo energético, tornando-o mais eficiente na medida de colmatar as dissipações na fase de utilização.

As fontes energéticas são, atualmente, uma necessidade sociológica básica e o aumento dos gases responsáveis por intensificar o efeito de estufa são uma consequência do uso dos combustíveis fósseis e posteriores alterações climáticas. Na medida de minimizar esta situação a intervenção deve ser encorajada na majoração do desempenho energético dos edifícios e recorrer com maior frequência a fontes renováveis como a incorporação de equipamentos propícios para reaproveitamento. A orientação e as características arquitetónicas devem ser analisadas na combinação mais favorável dando origem a uma construção bioclimática.

A construção bioclimática baseia-se em inserir o edifício no ambiente em que se encontra de maneira a envolvê-lo climaticamente de acordo com as características ecológicas. O propósito está em economizar o consumo para garantir a qualidade e conforto climático interior com as estratégias de plantas específicas na sua envolvente exterior, que poderá sofrer alterações de alguns elementos como dispositivos de proteção solar, e reduzindo desta maneira a necessidade de recurso a equipamentos mecânicos de iluminação e conforto ambiental. Neste pensamento é preciso fazer um balanço entre o aquecimento e arrefecimento ao qual irá ficar exposto a estrutura e ir ao encontro do equilíbrio. Os sistemas ativos e passivos devem ser dispostos e calculados para garantir uma viabilidade económica e ambiental aceitável.

Todas as necessidades energéticas a que um edifício deve dar resposta estão divididos de acordo com três setores: climatização, aquecimento de águas, iluminação e eletrodomésticos. Os coletores solares ou células fotovoltaicas são um bom exemplo de estruturas viáveis sendo até possível, em algumas situações tornar o edifício autossuficiente, contudo os custos associados devem ser justificados para todas as opções tomadas.

Portugal depende, infelizmente, de importação de combustíveis fósseis em grande escala e a construção é um setor com muita responsabilidade nestes acontecimentos. É preciso consciencializar todos os intervenientes na saturação desses recursos e de utilização de fontes renováveis que se mostram fiáveis. Pode-se observar os grupos que influenciam direta ou indiretamente o consumo energético na figura seguinte.

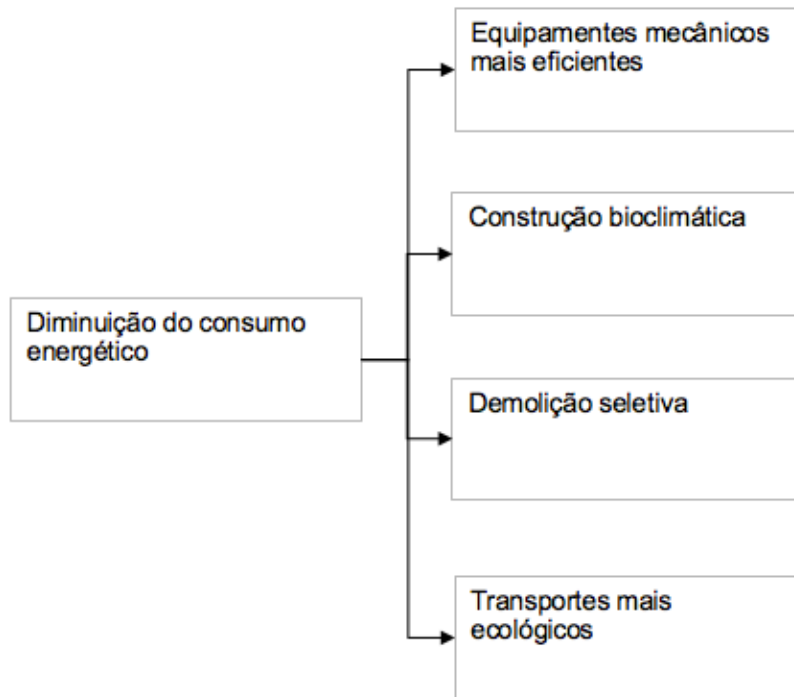


Fig. 5 – Esquema da influência do consumo energético durante construção e demolição

2.5. NOTAS FINAIS

A construção sustentável é um tema cada vez mais abrangente e significativo na indústria da construção. O aumento do poder de compra pelos consumidores traz o aumento de exigências na concepção e preocupação ambiental e surge a necessidade de transformar os modelos atuais de construção em modelos mais sustentáveis durante todas as fases do projeto.

A fase do planejamento dos trabalhos é essencial para garantir a eficiência no consumo energético durante todas as tarefas consequentes e deve ser vista não só como uma preocupação ecológica, mas como um interesse financeiro. A adoção de uma solução sustentável, se for combinada entre os vários fatores influentes pode traduzir poupança significativa ou até lucro para as empresas construtoras.

3

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

Os resíduos são um subproduto de atividades naturais ou impostas por todos os intervenientes do meio ambiente. A sua divisão de acordo com a sua origem traz uma ideia clara das necessidades para sua eliminação e tratamento. A própria palavra resíduo sugere a inutilidade do material e o seu fraco valor para a sociedade, contudo este pensamento tem sido contrariado pelas novas oportunidades que foram disponibilizadas para reaproveitamento e reutilização destes materiais que podem trazer valor acrescentado em todas as áreas.

A geração de energia ou produção de produtos ecológicos para a construção civil podem ser dois de muitos casos de reincorporação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) quando tratados de forma seletiva e de acordo com os procedimentos adequados.

Torna-se, desta maneira, essencial garantir que o tratamento adequado de resíduos seja executado, para reduzir e prevenir a saturação de aterros e a poluição do meio ambiente.

3.2. LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RESÍDUOS EM PORTUGAL

As normas legislativas referentes à gestão dos RCD sofreram ao longo dos anos modificação a nível de conteúdo e classificação, o que no passado impedia de realizar uma correta separação e consequente valorização dos resíduos. O quadro legislativo específico, no qual estão abrangidas as normas de procedimento para a gestão de resíduos, encontra-se publicado no Decreto – Lei n.º 46/2008, de 12 de Março. Existe ainda o Decreto – Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho que veio sobrepor e alterar o Decreto – Lei n.º 178/2006 que define o Regime Geral de Gestão de Resíduos e que deve ser consultado sempre que o Decreto – Lei n.º 46/2008, não incluir regulamentação plausível e suficiente a ser aplicada. Estes decretos transpõem para a legislação portuguesa a Diretiva n.º 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro.

Todos os RCD que tiverem na sua composição a presença de amianto devem ser removidos, triados e geridos de acordo com as disposições estabelecidas na Portaria n.º 40/2014, de 17 de Fevereiro.

A Lista Europeia de Resíduos (LER) foi internamente integrada através da Portaria n.º 209/2004 e visa classificar os RCD de acordo com a sua composição, no capítulo décimo sétimo, e discriminados em subcapítulos de quatro dígitos. Todos os resíduos perigosos são assinalados com o símbolo (*).

A Portaria n.º 417/2008, de 11 de Março é determinante para realizar um transporte adequado dos resíduos, definindo o conteúdo das guias de acompanhamento para o transporte dos RCD.

No enquadramento do Decreto – Lei n.º 46/2008 é estabelecida a regência das atividades de gestão de RCD que estão estabelecidas para ir de encontro aos princípios fundamentais da operação: prevenir, reutilizar, transportar, armazenar, tratar, valorizar e eliminar, não necessariamente pela ordem descrita. Neste processo as responsabilidades estão divididas de acordo com a situação em que se encontram os resíduos. O pensamento hierárquico traduz que todos os membros envolvidos no ciclo de produção dos resíduos estão responsabilizados pela sua logística, contudo se não for possível identificar o produtor a incumbência de gestão é transferida para o proprietário dos terrenos onde estiver depositado o resíduo. O compromisso termina quando os operadores licenciados de gestão de resíduos validam a sua entrada. Durante a fase de elaboração do projeto e construção devem ser aplicados princípios e padrões que visam minimizar o impacto ambiental na perspetiva de reduzir a formação de resíduos perigosos optando por matérias sem conteúdo tóxico e facilmente recicláveis, bem como, maximizar todas as intervenções que gerem oportunidades de reintegração de materiais usados ou fáceis de realizar essa tarefa. O planeamento de uma intervenção construtiva deve também prever métodos que favoreçam e permitam, no final do ciclo de vida de um edifício, uma desconstrução seletiva para reduzir a produção de RCD.

As etapas para reincorporação de solos e rochas estão também discriminadas no presente diploma (Decreto – Lei n.º 46/2008), bem como as indicações das normas técnicas nacionais e comunitárias aplicáveis para descrição da utilização de RCD em trabalhos, ou especificações técnicas fixadas pelo LNEC.

O Plano de Prevenção e Gestão de RCD é obrigatório e deve estar presente e detalhado nas empreitadas e concessões de obras públicas. A elaboração de tal documento é da responsabilidade do dono de obra e pretende promover todos os tipos de valorização aptos para a utilização de reciclados em obra. No caso de obras particulares, tal documento não é obrigatório e sugerem-se somente recomendações, contudo é mandatório elaborar uma descrição de produção de RCD.

O transporte dos resíduos deve ser acompanhado de um guia de transporte que se encontra presente na Portaria 417/2008, 11 de Junho.

A legislação definida no Decreto – Lei n.º 73/2011 pormenoriza a hierarquia dos resíduos em forma da sua existência, onde a prevenção e redução ocupa o lugar primordial para a atividade da construção, seguida de organização para a reincorporação, reciclagem e outras formas de valorização e finalizada com a eliminação que deverá ser a tarefa com menor trabalhabilidade neste universo. Dentro deste registo estão estabelecidas as metas de reciclagem que deverão ser atingidas até ao ano de 2020, e que traduzem a preparação para reutilização de 70% em peso dos RCD produzidos. A reincorporação dos materiais reciclados em obra, deve ser feita no mínimo em 5% relativamente à totalidade de matérias utilizadas em obra no âmbito de trabalhos abrangidos pelo Código dos Contratos Públicos.

3.3. COMPOSIÇÃO DOS RCD NA EUROPA

A análise de elementos que constituem a totalidade dos resíduos de construção e demolição é feita a partir de vários instrumentos e está relacionada diretamente com o país em causa. Os estudos mais

recentes mostram que todos os valores relatados são muito duvidosos devido aos organismos de contagem serem variados e basearem-se em princípios distintos. Este facto não é o único a ter em consideração, pois a grande fuga de informação é devido à não declaração dos resíduos por parte dos intervenientes na sua produção, e surgem valores que não correspondem à realidade.

A reincorporação de solos e rochas é a tarefa que possui maior sucesso no processo de reciclagem e reintegração especialmente devido à fácil execução e vantagem económica. Este movimento não será alvo deste trabalho devido ao interesse de seu estudo não se englobar na problemática de conseguir satisfazer os compromissos de reciclagem a 70% até 2020.

A tabela 2 traduz a percentagem constituinte de cada tipo de material na constituição dos RCD e são excluídos os elementos correspondentes ao material escavado, pois este não se engloba para atingir as metas estabelecidas pela União Europeia.

Tabela 2 – Taxas de percentagem relativa a cada fileira na UE, adaptado de [10]

Classe	% - Min	% - Max	Milhões ton. - Min	Milhões ton. - Max
Betão e Alvenaria total	40,0%	84,0%	184	387
Betão	12,0%	40,0%	55	184
Alvenaria	8,0%	54,0%	37	249
Asfalto	4,0%	26%	18	120
Outros	2,0%	9,0%	9	41
Madeira	2,0%	4,0%	9	18
Metal	0,2%	4,0%	1	18
Gesso	0,2%	0,4%	1	2
Plástico	0,1%	2,0%	0	9
Diversos	2,0%	36,0%	9	166

Para os países que não forneceram dados para este estudo foram assumidos valores médios por acordo entre vários especialistas da área em análise. Segundo Eurostat [11] foram gerados 461 milhões de toneladas de RCD, na Europa, em 2012, excluindo os materiais escavados, estando este valor com tendências de crescimento futuro. É importante salientar que os resíduos produzidos estão em função da forma de construção em diferentes países. O betão e alvenaria constituem a grande fração do valor final ao nível da UE e segundo os profissionais credíveis [10] as considerações a ter em atenção devem ser as seguintes:

- O betão corresponde a 60 - 70% do total, com quantidades compreendidas entre 320 a 380 milhões de toneladas;
- A alvenaria não se encontra discriminada;

- O asfalto é avaliado em 47 milhões de toneladas;
- A madeira representa entre 10 a 20 milhões de toneladas;
- O gesso é definido em mais de 4 milhões de toneladas;

Na prática, a definição de quantidades de agregados de betão é incerta devido à constituição dos RCD ser, em grande parte dos casos envolvida por resíduos mistos.

3.4. RECICLAGEM E RECUPERAÇÃO DOS RCD – METAS PARA 2020

Todas as informações sobre a reciclagem dos RCD não são muito coerentes e são pouco credíveis pelas mesmas razões de como é feito o estudo da geração dos resíduos: mecanismos diferentes com diferentes definições. As taxas de reciclagem discriminadas neste capítulo serão descritas segundo o relatório de 2011 [10], como ‘preparação para reutilização, reciclagem e outras formas de recuperação de material’, o que não engloba material escavado ou recuperação em forma de energia.

As duas ferramentas de contagem utilizadas para obter estes valores foram assumidas pela UBA 2009 (Federal Environment Agency) e ETC/RWM 2009 (European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production) e que de acordo com a sua natureza e definições de resíduos diferentes trouxeram resultados distintos e inconsistência na informação recolhida. Os dados tiveram origem a partir das fontes de EUROSTAT e através de questionários enviados diretamente para os países. Estas razões justificam a dificuldade no cálculo coerente e credível das quantidades de RCD reutilizados. Segundo UBA 2009 os relatórios provenientes dos 16 países, representam 64% da totalidade de resíduos gerados e os valores encontram-se contabilizados em desigualdade. A ETC/RWM 2009 reporta que as taxas de reciclagem recolhidas dos 17 países analisados representam 90% da totalidade, e tal constatação é pouco célere devido à fraca justificação e as lacunas que existem na contagem devido à não separação dos solos e rochas neste estudo e a não declaração dos resíduos.

Com o objetivo de uniformizar os dados e contabilizar corretamente as taxas de reciclagem foram feitos alguns ajustes nos modelos de contagem de acordo com as deficiências respetivas. Os países que não possuíam relatórios sobre este assunto foram contabilizados com o impacto de 0%.

Tabela 3 – Médias de produção e taxas de reciclagem de RCD dos 27 países da EU, adaptado de [10]

País	Produção(milhões de toneladas)	Produção(kg/ habitante)	% Reutilizados ou reciclados
Áustria	6,60	17,0	60%
Bélgica	11,02	26,0	68%
Bulgária	7,80	1,0	0% ¹
Chipre	0,73	6,0	1%
Republica Checa	14,70	25,0	23%
Dinamarca	5,27	83,0	94%
Estónia	1,51	3,0	92%

Finlândia	5,21	26,0	26%
França	85,65	36,0	45%
Alemanha	72,40	86,0	86%
Grécia	11,04	1,0	5%
Hungria	10,12	2,0	16%
Irlanda	2,54	0,5	80%
Itália	46,31	7,0	0% ¹
Letônia	2,32	1,0	46%
Lituânia	3,45	2,0	60%
Luxemburgo	0,67	302	46%
Malta	0,8	2,0	0% ¹
Holanda	23,9	153,0	98%
Polónia	38,19	4,0	28%
Portugal	11,42	4,0	5%
Romênia	21,71	1,0	0% ¹
Eslováquia	5,38	6,0	0% ¹
Eslovenia	2,00	2,0	53%
Espanhã	31,34	2,0	14%
Suécia	10,23	94,0	0% ¹
Reino Unido	99,10	17,0	75%
EU 27	531,38	32,0	46%

1 – Sem dados disponíveis: pior cenário admitido

Na tabela apresentada em cima, podem observar-se resultados numa escala bastante dispersa. Este facto é devido às políticas internas e padrões de controlo e fiscalização da produção de RCD serem distintos de país para país. Na análise destes dados, que não se encontram muito atualizados, as inferências a destacar são:

- 6 dos países estudados já alcançaram as taxas de reciclagem previstas até 2020, sendo Holanda o país com o melhor desempenho e próximo de 100%, seguidamente de Dinamarca e Estónia;
- 7 países declaram uma taxa superior a 40%, dos quais Áustria, Bélgica e Lituânia encontram-se muito próximos da meta dos 70%;
- 8 países possuem uma taxa de reciclagem que não satisfaz 50% dos objetivos a atingir em 2020;
- 6 países não possuem qualquer informação sobre as taxas de reciclagem;

Estas conclusões são, de momento, as mais certas de acordo com os estudos disponibilizados pela União Europeia, contudo é significativo o aumento das taxas de reciclagem de alguns países desde a data deste documento (ano de 2009) e notório o seu empenho para alcançar os compromissos assumidos. Um dos países que obteve uma subida significativa foi Portugal, que de acordo com a APA em 2009 conduzia a uma taxa de reciclagem de 34% [12], contudo é importante referir que estas conclusões feitas pela agência do ambiente não possuem qualquer justificação nos valores disponibilizados e não se consegue conceder credibilidade a tais constatações. Os valores apresentados foram recolhidos em condições diferentes e utilizando diferentes métodos de contagem, o que explica a incoerência de acordo com a situação real. É importante relembrar ainda que os RCD não declarados são das principais lacunas que existem neste tipo de estudos e os torna pouco precisos e distintos da realidade o que exige um olhar com um desvio neste problema.

Para alcançar as metas é necessário atuar nos 14 países que se encontram com taxas de reciclagem inferiores a 40%. As medidas a implementar devem ser mais incisivas e engenhosas na vertente económica e jurídica. O peso que exercem estes estados para a contribuição nestas taxas é próximo de 50% e fica justificada desta maneira a necessidade de adotar programas mais rigorosos e obrigatórios.

3.4.1. TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO RCD

O estudo das tendências da produção de RCD é de difícil realização e pouco preciso. Na medida de conseguir um relatório mais certo foram utilizados, pelo autor, dois modelos de estudo de caso, um baseado no índice de produção da indústria de construção e outro baseado nos resultados de evolução de trabalhos de construção, reabilitação ou demolição. Em ambos os casos se verificou o aumento da produção de RCD e prevê-se que atinja em 2020 a quantidade de 520 milhões de toneladas, na UE 27, excluindo o material escavado que traduz o aumento deste valor em quatro vezes. O betão é o material mais presente nesta dimensão (até 85%) com a exceção dos países em que a madeira é o material de construção mais utilizado.

A produção de RCD irá sofrer um aumento significativo o que implica o aumento da produção de CO₂ e impactos ambientais mais acentuados. As previsões para o impacto global na sociedade não são favoráveis e é importante dedicar atenção a esta situação. Os objetivos a cumprir para atingir as metas estabelecidas para 2020 não devem ser vistas isoladamente, como somente da responsabilidade da indústria da construção, mas também como uma consciência que deve alertar toda a sociedade neste âmbito e trazer vontade pessoal de colmatação e de correção das tendências.

3.4.2. DIFICULDADES EM REINTEGRAÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS

A necessidade de converter os resíduos em recursos é justificada pela dimensão económica, social e ambiental. As medidas que tentam dar resultado a este processo são objeto de várias barreiras, que dificultam a fluidez e aplicabilidade dos RCD reciclados.

Uma das dificuldades mais incidentes é a económica, que disponibiliza a oferta de matérias primas extraídas das suas fontes de origem por um valor muito baixo. A competitividade com o valor no mercado dos materiais reciclados é pouco apelativa e torna-se difícil motivar a escolha por um produto reciclado. Esta situação é diretamente proporcional às taxas de reciclagem de cada país, isto é, países que demonstram maiores taxas de reciclagem, possuem também valores mais altos para compra de matérias primas, o que também se justifica em parte pela escassez desses materiais. Esta barreira não é

conclusiva, mas tem caráter determinante para alterar a situação de reutilização de resíduos em países com baixa taxa de reintegração de RCD. Os agregados naturais devem ser preservados devido ao seu esgotamento e aplicados apenas em situações de caráter insubstituível. As taxas correspondentes à deposição em aterro são também um instrumento de incentivo para resolução da problemática, e são também diretamente proporcionais às taxas de reciclagem. Países como a Holanda possuem valores médios [14] de 107,49 €/ tonelada e como Bulgária ou mesmo Portugal entre 3 e 4 €/tonelada. Esta discrepância nos montantes aplicáveis, traduzem sem dúvida as fraquezas de aplicação de materiais reciclados em obras de engenharia civil. As autoridades competentes para alterar esta posição verificam-se pouco ativos em Portugal e infelizmente, desacreditados pela sociedade no poder que assumem na modificação destas medidas.

A mentalidade dos empresários em relação aos materiais reciclados é também um fator bastante influente na escolha de agregados naturais, ou seja, o preconceito de que as funções que devem satisfazer serão menos eficientes ou com inferior qualidade. Estas afirmações e pensamentos encontram-se longe da realidade e vários estudos provam que a utilização de 20% de agregados reciclados na produção de betão estrutural não altera a qualidade do produto e este valor é considerado por defeito. Outros estudos viabilizam ainda outros valores a incorporar de acordo com a finalidade da estrutura. Devem –se criar certificações de qualidade para comprovativo dos produtos de acordo com as normas legislativas para recuperação desse material, em conformidade com o país em análise, e aumentar desta maneira a confiança dos empresários.

A parte técnica neste processo é determinante para criar um mercado de materiais reciclados e garantir a sua disponibilidade em quantidades suficientes para as necessidades da indústria. A correta separação por fileiras e triagem dos RCD nas obras de demolição ou construção permitem evitar a mistura e a dificuldade em reciclar materiais com qualidade suficiente para assumir outros tipos de valorização. A legislação nesta matéria deve ser extremamente forte e explícita para garantir o sucesso de todos os esforços nesta área. Visto que o processo de demolição é muito influente no tipo de RCD produzido, este deve ser feito de uma maneira seletiva. Esta tarefa permite minimizar a contaminação com produtos tóxicos, os materiais recicláveis, de maneira a rentabilizar as potenciais quantidades.

O fraco investimento financeiro na construção de operadores de gestão licenciados para tratamento de resíduos é outra lacuna que deverá ser resolvida internamente pelos países que sentem essa inevitabilidade. Em Portugal, foram recentemente contruídos 3 aterros sanitário e 2 estações de triagem segundo APA 2012, o que demonstra a falta de entendimento nesta matéria pelas entidades que financiam este tipo de construções: o país precisa de reciclar e não depositar. Com medidas desta natureza a situação será de difícil transformação.

3.5. AGREGADOS DE BETÃO

Os resíduos de betão possuem elevadas potencialidades de valorização e os estudos sobre a sua reciclabilidade são importantes ferramentas para elevar a sua entrada no mercado dos reciclados. A sua presença é notória em diversas estruturas e a sua produção anual é sensivelmente de 1350 milhões de toneladas segundo o relatório de 2008 [10]. Os resíduos deste material constituem entre 60 a 70% da totalidade dos RCD e representam entre 320 a 380 milhões de toneladas [10]. A sua deposição em aterro para além de ocupação de terreno, traz impactos relacionados com a produção de gases tóxicos no seu transporte e é possível que esta deposição seja nula.

O reaproveitamento em agregados para uso em construção de estradas ou aterros pode atingir aplicabilidades até 75% com impactos no ambiente próximo de 0%. A produção de betão com agregados

reciclados pode concentrar a absorção de 50% [5] deste resíduo o que significa a reutilização de 135 milhões de toneladas como descrito na figura 6. Estes valores são justificados pelos peritos nesta área e têm em consideração a qualidade com que o resíduo é recuperado.

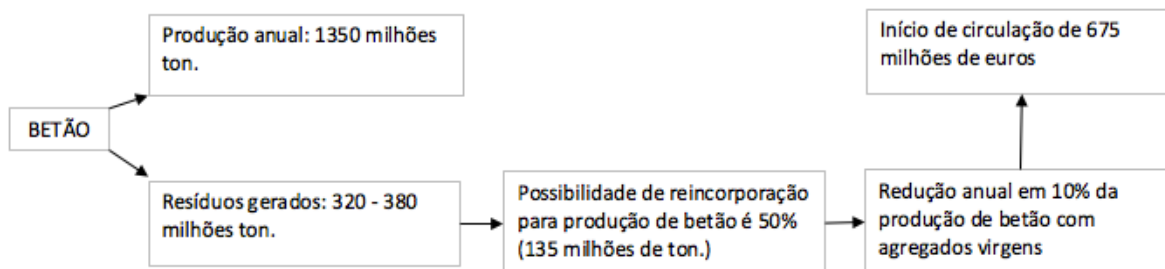


Fig. 6 – Descrição quantitativa de resíduos de betão

A sequência descrita é evidenciada com os custos médio de venda de agregados reciclados a 5 euros, e o seu preço varia entre 3 a 12 euros/tonelada de acordo com o país.

Os mecanismos motivadores para reutilização de agregados provenientes de resíduos de betão podem assumir vários contextos e formas. Garantir a qualidade do produto é um fator importante de implementação o que resulta em obrigar uma triagem correta e rigorosa para promover as possibilidades de restituição. Publicitar as potencialidades das suas características é outra maneira de motivar a utilização dos agregados reciclados.

3.5.1 ANÁLISE QUANTITATIVA

O consumo anual de betão, a nível mundial, é estimado entre 21 e 31 mil milhões de toneladas (WBCSD, 2009), e posiciona o betão em segundo lugar de produtos mais consumidos no mundo.

A sua distribuição é feita de duas maneiras distintas: betão pré-fabricado e betão “in situ”. O primeiro pode ser distribuído consoante as necessidades do empreendedor com várias formas e tamanhos e o segundo deverá ser misturado no local referente à posterior consolidação.

O betão misturado no local dos trabalhos atinge valores anuais de 900 milhões de toneladas e fica associado a um custo aproximadamente de 19 mil milhões de euros. Os custos para o betão misturado no local apresentados, incluem o transporte e todos os gastos indiretos até ao destinatário final. Estes valores têm tendência de sofrerem um aumento significativo até 2020 de acordo com os dados estatísticos baseados no PIB dos países europeus e o crescimento económico.

3.5.2. POSSIBILIDADES DE RECUPERAÇÃO

As estratégias de gestão de reutilização do betão podem ser de fácil e direta aplicação como nos trabalhos de reabilitação em que as estruturas que envolvem betão são normalmente conservadas e não é feita a sua substituição por material novo, acontecendo apenas uma intervenção na superfície. Outra opção, mais trabalhosa, contudo com uma abrangência maior, implica a seleção de blocos de betão na fase de desconstrução, procedendo à sua limpeza ou separação em partes mais pequenas para utilização em estruturas com outras funcionalidades. O mesmo método é aplicado a estruturas de betão armado que exige apenas que seja feita a separação das armaduras através de processos simples e rápidos. O próprio

aço pode ser reaproveitado diretamente sem exigir intervenções intensas e complicadas devido ao seu ciclo de vida ser bastante prolongado e as suas propriedades muito potentes.

Na impossibilidade de efetuar as valorizações mais diretas, é feita uma separação em agregados grossos ou finos que permitem reintegrar em outras fabricações, seja de betão ou construção de estradas, aterros ou elementos que não exijam um nível de qualidade de matéria prima extremamente controlada e que não trazem complicações na sua função. Primeiramente é necessário remover as impurezas para que a trituração seja feita sem elementos tóxicos que prejudiquem a futura trabalhabilidade ou resistência do material. A reintegração em construção de estradas pode trazer o aumento das taxas de reciclagem até 2020 e é na aplicação neste tipo de trabalhos que se verifica a maior aposta em reciclar este material.

Os agregados grossos podem ser aplicados em trabalhos de construção de parques, jardins e outro tipo de estruturas que não exerçam funções muito exigentes no âmbito de segurança.

3.6. ALVENARIA DE TIJOLO, CERÂMICOS E TELHAS

Os tijolos e telhas são materiais que resultam maioritariamente da transformação do barro. São produzidos anualmente quantidades avaliadas em cerca de 6.8 mil milhões de euros.

As suas potencialidades de reciclagem são extensas e são comuns em alguns pontos da reintegração de resíduos de betão. Após serem extraídos todos os fragmentos que diminuem a qualidade dos agregados, como elementos tóxicos, podem ser transformados para satisfazer outras funções como: aplicação em trabalhos de estradas, cortes de ténis, parques infantis ou mesmo servir de areia reciclada para betão.

A reintegração de uma maneira direta que não necessita de intervenções complicadas traduz um impacto muito significativo na poupança de energia na sua produção primária: as telhas podem ser reutilizadas diretamente em outros trabalhos se forem retiradas cuidadosamente com apenas uma limpeza prévia. Por outro lado, a alvenaria de tijolo também é de fácil e direta reutilização se for realizada uma desconstrução seletiva e pode ser aplicada em construção de edifícios sem perder qualidades.

Nas vantagens de reutilização deste tipo de material, existe uma grande lacuna: a venda de matéria prima original tem custos muito apelativos que não fazem concorrência com os materiais reciclados.

A qualidade do trabalho de construção civil com estes materiais reciclados não é afetada com a reincorporação de 30% [20]. Esta taxa encontra-se por defeito e é importante referir que é possível e viável aumentá-la, adequando a cada trabalho as exigências a cumprir.

3.7. OUTROS MATERIAIS DOS RCD

Outros materiais que fazem parte dos resíduos de construção e demolição e não foram discriminados neste capítulo podem ser reciclados e desta maneira reduzir os impactos adjacentes aos mesmos. As suas quantidades, apesar de serem importantes na indústria que representam, não se justificam de análise detalhada para o objetivo deste trabalho.

3.7. NOTAS FINAIS

A gestão de RCD é diretamente influenciada pela legislação de cada país. É notório que os países onde os agregados naturais são praticamente inexistentes, praticam a atividade de reciclagem com maior amplitude. Para além do fator económico, existe a preocupação ambiental por parte dos cidadãos que é proporcional ao PIB, o que possibilita a escolha pelo consumidor de produtos mais ecológicos.

Os resíduos de betão são os que constituem a maior fração de RCD produzidos e devem ser, por isso, tratados com uma atenção especial. Se for resolvida gestão destes materiais e a sua reintegração for de 100% no mercado de reciclados, como recurso, a taxa de reciclagem média de 27 países da UE, sobe em 20%.

Algumas informações analisadas encontram-se desatualizadas para o presente ano de estudo. A realização de relatórios com uma diferença temporal significativa (em alguns casos de 5 em 5 anos) inviabiliza uma análise mais precisa da atualidade dos RCD. O facto das ferramentas de contagem, como a APA em Portugal, terem por base princípios diferentes de país para país é influente na incoerência de dados relatados quando analisados da mesma maneira.

4

PLATAFORMA DE GESTÃO E TROCA DE RCD

4.1. INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

A construção civil é uma indústria em constante mudança e inovação que tem sido alvo de vários estudos e progressos nas técnicas e estratégias utilizadas. Os contributos para o seu desenvolvimento têm surgido das diversas áreas e diversos fatores, especialmente no âmbito da exploração de uma construção mais sustentável.

As soluções inovadoras são alvo de uma melhoria contínua e abrangência de implementação. O princípio de uma construção sustentável parte de um planeamento detalhado de uma intervenção a favor do ambiente que deve englobar o aproveitamento de recursos disponíveis, garantir uma gestão e economia da água bem como a eficiência energética, disponibilizar um plano de gestão de resíduos, providenciar qualidade de ar e ambiente interior englobando conforto térmico e acústico, usar racionalmente os materiais necessários e tecnologias com impacto positivo no ambiente. De acordo com a dimensão das necessidades a satisfazer são elucidadas propostas de implementação. As ideias com desígnio na inovação podem ser distribuídas em cinco grandes grupos: materiais e produtos, tecnologias e sistemas de construção e reabilitação, impacto e desempenho energético e ambiental, utilização de recursos naturais e economia e gestão da construção sustentável, sendo este último o sector com maiores dificuldades de realização.

A sustentabilidade económica na construção, no âmbito da reciclagem, encontra-se em desequilíbrio com a social e ambiental devido aos incentivos governamentais quase inexistentes. A consciência de adotar técnicas e processos mais ecológicos está pouco idealizada e depende de país para país. É importante entender as lacunas existentes e atuar com medidas eficazes.

Um dos grandes problemas a ser resolvido é a gestão e reaproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD). Apesar da existência de várias normas legais aplicáveis nesta questão ainda se encontra em falta uma solução astuta para uma diligência ao encontro das metas propostas pela União Europeia até 2020. É necessária uma organização tecnológica para criar um mercado de materiais reciclados e estimular a economia circular na construção: atender as necessidades do mercado sem esgotar as matérias primas – produzir mais com menos. A orientação do desenvolvimento tecnológico precisa de ser alargada de maneira a estimular o crescimento da economia interna: valorização dos RCD.

A solução para incentivar o mercado financeiro na valorização dos RCD é sugerida e estudada no presente trabalho: criação de uma plataforma de gestão e troca de RCD. Os beneficiários diretos com este tipo de ferramenta encontram-se distribuídos na figura 7.

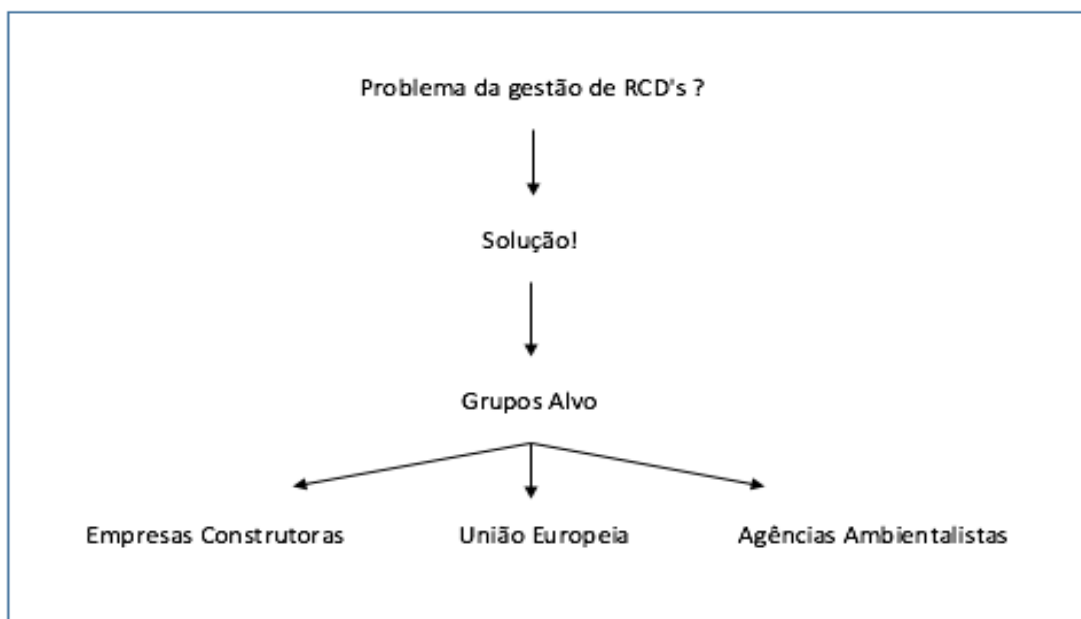


Fig.7 – Grupos alvo para o mercado de RCD

4.2. DESCRIÇÃO DO MODELO

O modelo proposto baseia-se no conceito de e-map e consiste em criar um mapa on-line que permite colocar à venda os resíduos produzidos e tratados numa determinada obra, ao invés de serem reencaminhados para aterro ou outro tipo de valorização.

A plataforma será destinada a vários intervenientes que vão gerar a procura e a oferta de materiais de construção reciclados a incorporar/eliminar nos trabalhos decorrentes ou por decorrer.

Os dados input estão divididos em dois grupos-alvo consoante a intenção da utilização das funcionalidades disponíveis: para o intermediário comprador e para o intermediário licitador. Os intervenientes dividem-se pela sua dimensão económica (comprador ou vendedor) e física (operador de gestão, empreiteiro ou aterro de resíduos): é concedido o acesso a atividades diferentes de acordo com a organização.

O programa, ao ser aberto, vai mostrar três opções de organizações: utilizador independente, operador de gestão de resíduos ou operador de aterro de resíduos. Seguidamente será pedido para introduzir o nome de utilizador e palavra passe dos utilizadores, que deverão estar registadas previamente no sistema de acordo com os procedimentos explícitos posteriormente.

4.2.1. EMPRESAS CONSTRUTORAS - VENDA

O intermediário licitador de uma empresa construtora com recursos disponíveis a serem vendidos e enquadrarem numa nova forma de valorização deverá cumprir as seguintes etapas:

- 1) Fazer o registo de utilizador e palavra passe;
- 2) Escolher a opção inicial: *licitar*;
- 3) Inserir dados geográficos onde estão disponíveis os resíduos reciclados: país, rua, localidade, freguesia, concelho e código postal;⁽¹⁾
- 4) Inserir dados técnicos da empresa responsável: nome, contacto: telefone, fax e e-mail, responsável, número identificação pessoa coletiva (NIPC), tipologia da obra: pública, privada ou semiprivada⁽²⁾, intento dos serviços: construção, reabilitação, demolição ou o conjunto, duração prevista em meses, fase atual dos trabalhos: por começar, a decorrer ou a finalizar com indicação do dia, mês e ano, equipa fiscalizadora responsável pela monitorização dos resíduos. Os dados a preencher podem ser observados na figura 8;

Empresa

Nome

Telefone

Fax

Email

Responsável

NIPC

Tipologia da obra ☒ Pública ☐ Privada ☐ Semi Privada

Intento dos serviços ☒ Construção ☐ Reabilitação ☐ Demolição ☐ Conjunto

Equipa Fiscalizadora

Fig. 8 – Painel de dados iniciais na plataforma

- 5) Inserir o nº de processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) ou o estudo do impacto ambiental (EIA);
- 6) Inserir um sumário da obra a efetuar;
- 7) Inserir os reciclados de RCD integrados na obra: identificação, quantidade integrada (t ou m³) e quantidade de materiais reciclados relativamente ao total de materiais usados (%) até ao presente dia;
- 8) Inserir a produção de RCD: código LER, quantidades produzidas (t ou m³), quantidades para reciclagem (%), operação de reciclagem, quantidade para valorização (%), operação de valorização, quantidade para eliminação (%) e operação de eliminação até ao presente dia;

9) Inserir o Título Único Ambiental (TUA);

10) Inserir o guia de acompanhamento de resíduos eletrónico (e-GAR) parcialmente preenchido. A figura 9 mostra o aspeto da fase final de inserção de dados;

⁽¹⁾ serão automaticamente geradas coordenadas GPS que permitirão obter a localização no mapa

⁽²⁾ nas empreitadas e concessões de obras públicas irá surgir a opção de inserir o modelo do plano de prevenção e gestão dos resíduos de construção e demolição (PPG) em conformidade com o Decreto-Lei n.º 73/2011 e ficam automaticamente preenchidos os campos das etapas consequentes (da terceira até sétima).

The screenshot displays the 'LICITAR' platform's final data entry stage. At the top, a progress bar indicates four steps: 'Passo 1: Dados Geográficos', 'Passo 2: Empresa', 'Passo 3: Reciclados & Produção', and 'Passo 4: Outros Dados'. The 'Outros Dados' section is active, showing input fields for 'Código CPV', 'Nº AIA ou EIA', and a text area for 'Sumário da Obra'. Below these are file upload sections for 'TUA' and 'e-GAR', each with a 'Browse...' button and the text 'No file selected.'. A green 'Finalizar' button with a checkmark is located at the bottom right of the form.

Fig. 9 – Painel de dados finais na plataforma

Seguidamente ao ponto 9º descrito anteriormente, será gerada uma evidência dos vários parâmetros que têm de ser verificados antes de submetidos para venda. Os indicadores a viabilizar têm que estar de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 73/2011, que altera e republica o Decreto-Lei n.º 178/2006, Decreto Lei n.º 46/2008 e Lista Europeia de Resíduos (LER). O Título Único Ambiental (TUA) é automaticamente associado à plataforma e ficam reunidas as condições mínimas para ser elaborado um documento eletrónico dos resíduos suscetíveis de valorização e posterior venda. Todos os documentos legislativos a serem satisfeitos são alterados de acordo com o país em que ocorre a operação de acordo com as suas normas e diretivas. O registo apresenta os seguintes dados:

- Identificação dos resíduos de acordo com LER;
- Classificação dos inertes de acordo com a sua perigosidade e o tempo máximo associado à sua disposição;
- Indicação de materiais disponíveis para venda, para tratamento especial ou depósito em aterro;
- Classificação da qualidade de cada inerte e possibilidades de reutilização e reintegração que deverão estar especificadas pelas equipas fiscalizadoras, indicados em toneladas para cada

grupo. Estas equipas também têm a função de garantir a distribuição por fileiras dos resíduos de maneira a potencializar o futuro reaproveitamento;

- e) Divisão dos resíduos reciclados de acordo com as suas propriedades: disponibilidade em toneladas com indicação do dia a partir do qual estão disponíveis;
- f) Preço sugerido para cada tonelada de inerte, sendo o mesmo alterável e com um preço máximo;
- g) Entidades autorizadas a realizar o transporte: o produtor, o destinatário ou as empresas licenciadas;
- h) Associação automática ao e-GAR: guia de acompanhamento de resíduos eletrónica – validação dos parâmetros;

LICITAR			
Identificação dos resíduos			
#	Nome	Tipo	
1	Resíduo #1	Tipo #1	
2	Resíduo #2	Tipo #2	
3	Resíduo #3	Tipo #3	
Classificação dos inertes			
#	Nome	Perigosidade	Tempo máximo associado
1	Inerte #1	Tipo #1	Tempo #1
2	Inerte #2	Tipo #2	Tempo #2
3	Inerte #3	Tipo #3	Tempo #3

Fig. 10 – Painel de materiais suscetíveis para venda

Em conformidade com os dados preenchidos ficará disponível na plataforma um símbolo de acordo com a condição dos trabalhos (por iniciar, a decorrer ou a finalizar) com cor verde, que simboliza a oferta, a localização da obra. Ao carregar no símbolo aparecem as quantidades disponíveis de diferentes inertes reciclados de acordo com LER para venda direta e o respetivo preço, as quantidades de RCD que necessitam de ser transportados para centros de triagem devido à impossibilidade de sua realização em obra e o restante que não tem potencialidade de qualquer tipo de valorização tendo como destino final os aterros de resíduos.

Os operadores de gestão de RCD e aterros de resíduos mais próximos recebem uma notificação com descrição pormenorizada das proporções e dos materiais (LER) para serem transportados para as suas instalações com indicação do dia da entrega por parte do produtor.

As operações de transporte podem ser negociadas consoante os intuitos e possibilidades do produtor ou recetor. As transações monetárias relativamente a este processo ficam ao encargo da parte interessada no caso de venda direta ou do gerador se o destino final não possuir qualquer tipo de valorização. A

plataforma vai possuir uma função que permite entrar em contacto direto por meio de mensagem com o sujeito para esclarecimento de dúvidas ou outros assuntos relevantes.

Na parte final do processo, quando as partes envolvidas¹ definirem as suas intenções vai ser necessário seguir as instruções apresentadas:

- 1) Finalizar a venda de acordo com os custos e condições explícitas previamente;
- 2) Completar o documento da eGAR;

Na sequência destes procedimentos irá ser gerado um documento comprovativo detalhado de toda a operação para ser guardado e assinado por todas as partes e com um exemplar que ficará armazenado nos dados da plataforma para análise e estatísticas futuras.

Consequentemente à emissão deste comprovativo irá aparecer uma informação a confirmar a transação efetuada⁽¹⁾ e estarão disponíveis as seguintes operações:

- 1) Consultar venda/transporte dos RCD;
- 2) Consultar tempo restante;
- 3) Introduzir novos itens;
- 4) Editar os dados técnicos;

⁽¹⁾exceto quando a obra se encontrar finalizada e todos os resíduos tenham sido reencaminhados para o destinatário correto, sendo neste caso encerrado o processo e retirada da plataforma a sinalização da obra.

Todo o procedimento poderá ser acompanhado on line com detalhes de transporte: será possível visualizar onde se encontram os resíduos (a caminho ou no destino) com previsões horárias e atualizações constantes de acordo com os passos que estão a ser executados e respetiva emissão de CO₂ em conformidade com as quilometragens e do tipo de veículo utilizado.

4.2.2. EMPRESAS CONSTRUTORAS – COMPRA

O utilizador-comprador de uma empresa construtora deve seguir as seguintes etapas após abrir o programa:

- 1) Fazer o registo de utilizador e palavra passe;
- 2) Escolher a opção inicial: *comprar*;
- 3) Inserir os dados geográfico onde irão ter lugar os trabalhos de construção ou o lugar destinado ao armazenamento dos materiais e matérias primas a utilizar - país, rua, localidade, freguesia, concelho e código postal;
- 4) Inserir dados técnicos da empresa responsável: nome, contacto: telefone, fax e e-mail, responsável, número identificação pessoa coletiva (NIPC), tipologia da obra: pública, privada ou semiprivada⁽²⁾, intento dos serviços: construção, reabilitação, demolição ou o conjunto, duração prevista em meses, fase atual dos trabalhos: por começar, a decorrer ou a finalizar com indicação do dia, mês e ano, equipa fiscalizadora responsável pela monitorização dos resíduos;
- 5) Escolher a opção: ‘comprar reciclados’;

Seguidamente, ao ser satisfeito o ponto 4º, vão aparecer janelas a serem preenchidas pelo comprador, onde estarão especificados os materiais que pretendem ser adquiridos: agregados para betão, agregados para estradas, agregados para aterro, telhas para paredes, telhas para coberturas, cerâmicos para pavimento e todos os materiais que podem ser valorizados e certificados pelas equipas fiscalizadoras ou equipas de laboratório após serem reciclados. O comprador deverá inserir as quantidades que pretende adquirir de cada material, em toneladas, e indicar na opção ‘transporte’, se ‘sim’ caso pretenda o preço final com a entrega ou ‘não’ caso o interesse seja apenas no preço dos agregados.

Se o comprador não tiver conhecimentos das quantidades de agregados reciclados que podem ser introduzidos nos seus trabalhos de acordo com as especificações do LNEC (em Portugal), irá aparecer a opção de ajuda que possibilita a inserção das quantidades finais de produto. Seguidamente aparecerá a informação de quantia que pode ser comprada de reciclados e o restante que tem de ser complementado com agregados naturais. Desta maneira, o cliente fica isento de preocupações nas dosagens corretas para a incorporar.

Os dados inseridos vão dar origem ao início de um processo de busca por vários parâmetros: aparecerá no mapa, a obra do cliente e as obras onde estão disponíveis os materiais pesquisados bem como as quantidades que existem em cada local apto para recolha. O preço total da transação solicitada de acordo com as especificações preenchidas irá estar em conformidade com o critério de ‘melhor preço’, contudo poderão ser conjugadas outras variáveis: distância, tempo de entrega, disponibilidade imediata e quantidade disponível de maneira a satisfazer as necessidades do cliente de acordo com as suas prioridades. Toda a transação será detalhada com todas as obras que irão servir de fornecedores. Em ordem crescente irão surgir as negociações possíveis para os critérios selecionados e com a disponibilidade dos reciclados em cada empresa licitadora. Estas negociações são detalhadas em seguintes parâmetros:

- 1) Preço total para a quantidade solicitada e existência do material X;
- 2) Preço total com o transporte do material até ao destinatário (se for selecionada anteriormente essa opção);
- 3) Disponibilidade do material: no presente momento ou em X dias/meses;
- 4) Tempo de transporte de acordo com a distância entre os dois intervenientes;

Os critérios de prioridade na escolha de fornecedores definem o preço final bem como outros parâmetros que se encontram conjugados e influenciados. No final da análise pelo comprador, do negócio mais satisfatórios para as suas necessidades, o mesmo deverá selecionar a combinação das transações pretendidas. Na sequência destes passos, será gerada uma declaração de pedido de compra que deverá ser confirmada e seguidamente será enviada, automaticamente, para os intervenientes licitadores tomarem conhecimento e ficam assim bloqueadas as ofertas dos materiais disponíveis para venda dessas empresas.

A data do despacho do material pode ser negociada entre ambas as partes por meio de mensagens ou contacto telefónico. Na altura da receção dos reciclados, e até um prazo máximo de 10 dias úteis, deverá ficar completo o e-GAR semipreenchido.

O pagamento deve ser efetuado em 50% no início, no momento da escolha da opção ‘comprar reciclados’ e introdução de dados para pagamento bancário, de modo a garantir a não desistência do comprador caso a transação seja acordada para datas não imediatas. Os restantes 50% devem ser pagos na altura da receção da encomenda, sendo gerado um documento comprovativo das transações de todas

as partes que deve ser assinada e guardada pelos mesmo bem como uma cópia na plataforma para outras análises ambientais e económicas. Os vendedores só recebem o pagamento efetuado quando confirmam o envio do material, ficando o pagamento pendente na plataforma.

No caso em que as datas de compra são imediatas, o valor deve ser pago em 100%, e fica sujeito ao mesmo procedimento de transferência do pagamento para o vendedor como anteriormente.

Depois da organização deste boletim aparecerá uma informação a confirmar o processo efetuado e ficarão disponíveis as seguintes movimentações:

- 1) Consultar compra/transporte dos RCD reciclados;
- 2) Consultar tempo restante, caso a transação ter sido agendada para datas futuras;
- 3) Iniciar nova compra;
- 4) Iniciar nova venda;
- 5) Finalizar;

A opção finalizar encerrará o programa, contudo ficará disponível para consulta qualquer operação intrínseca à compra efetuada, inserindo apenas o login e a palavra passe na próxima utilização da plataforma e selecionando o negócio, podendo estar vários negócios a decorrer para a mesma empresa.

4.2.3. OPERADORES DE GESTÃO

No caso de o intermediário licitador ser um operador de gestão de resíduos devidamente licenciado, na primeira utilização da CEM será pedido para fazer um registo de maneira a criar uma conta própria que será necessária para uma gestão mais fácil de atividades.

Esse registo deverá estar de acordo com os dados a inserir:

- 1) Nome e descrição da organização;
- 2) Identificação da propriedade;
- 3) Reconhecimento das licenças de aptidão para exercício de atividade;
- 4) Responsáveis de acordo com as diferentes áreas de gestão (especificação de cada elemento e respetivo funcionamento);
- 5) Contactos: e-mail, fax, telefone;
- 6) Capacidade de armazenamento;
- 7) Órgãos de transporte: identificação dos veículos e operários (capacidade, atividade, atual funcionamento);
- 8) Processos de valorização de resíduos: descrição detalhada (futura e melhoramento deste passo);
- 9) Descrição de resíduos reciclados existentes de acordo com o seu tipo, quantidades disponíveis em toneladas, qualidade de emprego em operações futuras (explicitar as possibilidades de integração em forma de tabela para uso em incumbências de obras de construção civil);
- 10) Página on line da propriedade;
- 11) Criar nome de utilizador e palavra passe;

12) Finalizar o registo ao aceitar os termos de utilização;

Em concordância com o contrato, surgirá a opção de ‘Disponibilizar para oferta os materiais’, aqui será possível introduzir ou remover os materiais e as quantidades de acordo com a existência dos mesmos salvaguardado o caso em que tenha existido uma troca ou venda dentro da plataforma e nesse caso fica automaticamente atualizada a bolsa de produtos. Esta função vai dar possibilidade de inserir um montante correspondente a cada tonelada de inerte de acordo com a sua qualidade.

Após a finalização das etapas descritas irá ser gerada uma base de dados com todas as informações necessárias para disponibilizar no mapa os itens e as informações importantes correspondentes. Essas informações surgirão em forma ramificada de acordo com a seleção da parte interessada na medida de simplificar a visualização dos conteúdos oferecidos pela plataforma.

As operações internas e visíveis somente para a entidade irão estar divididas em diferentes fases de trabalhos. A manipulação de dados vai ser disponibilizada de acordo com os termos de utilização, contudo será possível contactar os responsáveis pela gestão da plataforma para eventual mudança de informações ilibadas devidamente justificadas do seu propósito, sendo a aprovação reservada ao direito dos dirigentes do projeto. A representação dos conteúdos será idêntica para qualquer género de utilizador através de figuras, cores e opções.

4.2.4. ATERROS DE RESÍDUOS

Os intervenientes correspondentes a aterros de resíduos vão ter uma função meramente recetora, sendo que a recorrência a este tipo de empresa deverá ser devidamente justificada e adotada em último lugar. A necessidade de incorporar este tipo de intervenientes passa por garantir que o fluxo de intercâmbio de agregados não sofra qualquer tipo de atraso ou impossibilidade devido ao entupimento nas obras de resíduos tecnicamente impossíveis de reciclar para reincorporar. O processo da inscrição na plataforma segue um modelo idêntico aos órgãos de gestão de resíduos e passa pelas seguintes etapas:

- 1) Nome e descrição da organização;
- 2) Identificação da propriedade;
- 3) Reconhecimento das licenças de aptidão para exercício de atividade;
- 4) Responsáveis pela receção e distribuição dos resíduos pelas diferentes áreas;
- 5) Contactos: e-mail, fax, telefone;
- 6) Capacidade de armazenamento;
- 7) Ocupação atual: indicação em toneladas e percentagem;⁽¹⁾
- 8) Órgãos de transporte: identificação dos veículos e operários (capacidade e atual funcionamento);
- 9) Página on line da empresa;
- 10) Criar nome de utilizador e palavra passe;
- 11) Aceitar os termos de utilização e finalizar o registo;

⁽¹⁾a sétima etapa deverá ser desenvolvida de acordo com a toxicidade e perigosidades dos materiais existentes no aterro, com indicação do dia de entrada bem como as quantidades e justificações para impossibilidade de reciclagem: estes dados deverão ser claros para dar contribuição a estatística e estudos futuros.

Na sequência dos acontecimentos descritos ficará concluído o registo e aparecerá no mapa a identificação do aterro em forma de símbolo com a informação da ocupação atual em percentagem que irá estar associada à gama de cores diferentes, sendo o verde mais próximo de 0%, e vermelho do 100 %.

As empresas exploradoras dos aterros de resíduos estarão passivas de receber notificações de obras próximas que necessitam de utilizar os seus serviços. Nesta situação irá ser preciso preencher alguns dados de maneira a validar a transação. Todos os resíduos a serem coletados por esta entidade deverão vir acompanhados de um documento justificativo que ficará inserido na plataforma:

- 1) Descrição do resíduo;
- 2) Classificação de acordo com LER;
- 3) Data de geração e transporte;
- 4) Quantificação em toneladas;
- 5) Apresentação do grau de toxicidade: elevado, médio ou ligeiro;

Os aterros, após a receção dos resíduos, deverão disponibilizar um documento devidamente preenchido com os seguintes dados:

- 1) Percentagem de saturação: quantidade de resíduos depositados existentes (juntamente com os recolhidos na transação);
- 2) Capacidade, em percentagem, ocupada na instalação pela transação;
- 3) Produção de gases tóxicos pelo material;
- 4) Responsável pela gestão dos resíduos recebidos;

Este tipo de documentação é imprescindível para o máximo controlo dos resíduos. Ficam assim explícitos os intervenientes e os responsáveis envolvidos no processo para que possa ser discriminado qualquer esclarecimento caso seja necessário sobre a transação bem como os dados necessários para fornecer material de contagem decente e bem explícito.

4.3. ENQUADRAMENTO VISUAL

A conceção da plataforma terá como base o funcionamento de um e-map que vai conter várias opções de visualização e operações. A imagem inicial, como na figura 11, mostra o mapa devidamente assinalado com a obra introduzida e todas as outras operações importantes a decorrer em circunvizinhança de um raio de 60 km, esta distância poderá ser ampliada ou minorada em prol do interesse do interveniente.

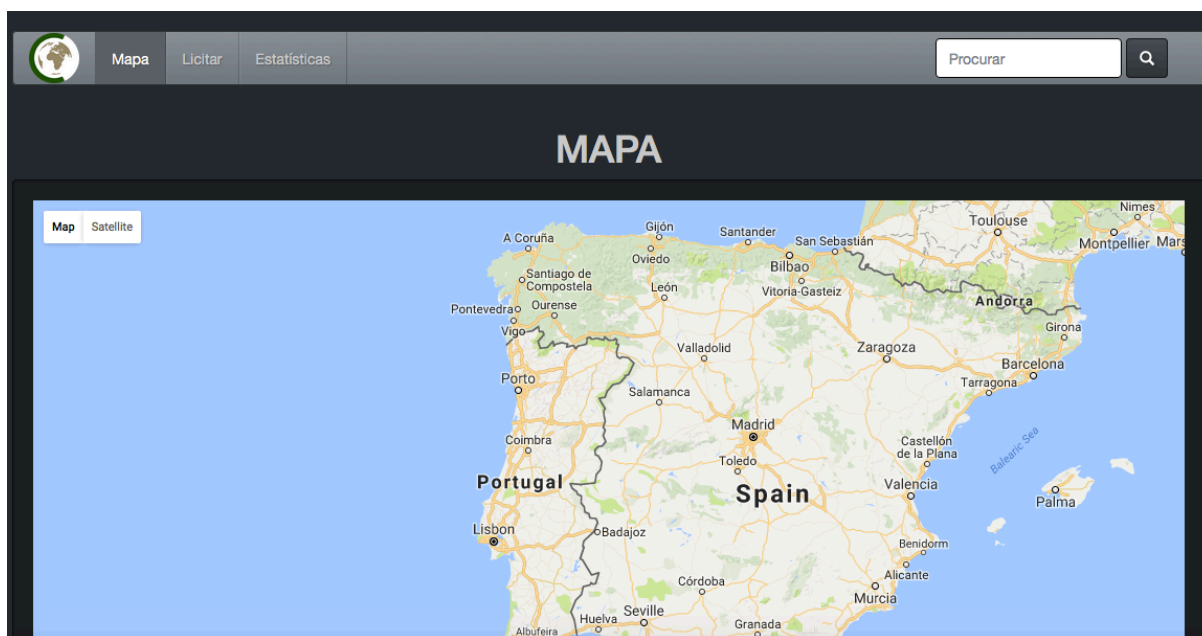


Fig. 11 – Imagem inicial da plataforma

As transações visíveis no mapa, em tempo real, explicitam os trabalhos de construção civil a decorrer e estando estes assinalados com cores e símbolos diferentes para os diferentes estados dos trabalhos respetivamente, da procura ou oferta de resíduos reciclados. É possível, visualmente, enquadrar e entender as potencialidades do mercado existente em redor.

Os pontos de interesse, como aterros mais próximos, entidades responsáveis para realizar o transporte de resíduos ou mercados de materiais reciclados serão também figurados, bem como será possível visualizar as operações de transporte e transação a decorrer.

Dentro das aplicabilidades exteriores ao mapa será factível encontrar uma escala correspondente, uma legenda dos símbolos, figuras e cores de acordo com cada encargo, barra de menu de operações exequível, barra de ajuda automática e destaque dos pontos de interesse em conformidade com os interesses do utilizador.

Todo o programa será de fácil e simples interpretação de maneira a não causar confusão ou perda de tempo pelo utilizador. Vai ser possível também visualizar uma figura em forma de uma caixa de correio através da qual será permitido comunicar com os intervenientes de maneira a facilitarem a solução de eventuais problemas que possam surgir durante o processo da transação.

4.4. RELATÓRIO EXTERNO

As referências internas de cada utilizador: comprador ou licitador, vão dar origem ao contributo estatístico para futuros indicadores mensais ou anuais que estarão divididos por grupos de influências: económico e ambiental. Estas estatísticas poderão ser utilizadas pelos organismos nacionais na elaboração dos relatórios sobre este tema e contabilizar a plataforma como uma ferramenta de contagem eficaz destes assuntos.

A sustentabilidade económica vai ser alvo de uma representação gráfica percentual ou quantitativa e comparada com os valores monetários incólumes dos inertes reciclados em relação ao gasto que haveria

com a compra de matéria prima virgem de acordo com as quantidades vendidas/compradas através da plataforma. Os valores referentes à poupança em gastos energéticos e na eliminação dos resíduos de demolição ou construção de uma maneira tradicional serão também explorados e contabilizados na plataforma. Este tipo de informação é essencial para entender o funcionamento corrente de uma economia circular nos trabalhos de construção e a sua evolução com a existência desta ferramenta.

O impacto no ambiente com o funcionamento do programa será avaliado de acordo com as estatísticas recolhidas para os grupos alvo seguintes:

- 1) Toneladas de resíduos depositados em aterro: ilustrar graficamente a redução/aumento em relação ao ano anterior da sua saturação;
- 2) Percentagem de emissão de gases: em comparação nas várias fases, ou seja, a redução de gases por terem sido utilizados inertes reciclados e não a sua exploração nas fontes de origem, a redução da quilometragem do transporte necessário para todo o ciclo dos inertes reciclados versus da sua fonte de nascença, de todas as tecnologias envolventes no processo de reciclagem.
- 3) Percentagem do desempenho energético: comparação entre a energia necessária desde o processo de obtenção das matérias primas das suas fontes de origem até à sua forma de utilização final nos trabalhos com os materiais reciclados;
- 4) Percentagem do impacto na desflorestação;
- 5) Percentagem do impacto na exploração e saturação de matérias primas (areias, minerais e outros importantes)
- 6) Percentagem do consumo de água;

A possibilidade de incorporar um estudo percentual sobre a redução do impacto na destruição de habitats e outro tipo de reservas ecológicas poderá ser alvo de uma melhor análise futura para as potencialidades da plataforma.

4.5. RELATÓRIO INTERNO

Na continuidade do pensamento para a necessidade de criar relatórios externos a avaliar o impacto económico e ambiental será plausível adotar a mesma metodologia para os resultados internos. Cada empresa vendedora ou compradora terá acesso a um documento que no final de uma transação, seja ela de aquisição ou exportação ficará disponibilizado, de uma maneira gráfica com os dados sobre a poupança económica nos vários campos. Este tipo de estatística poderá permitir à empresa a análise financeira e o seu desempenho no mercado sem necessidade de expor os dados confidenciais para a concorrência.

Para além dos dados financeiros serão também gerados dados ambientais que poderão permitir à entidade entender a sua posição na indústria como ‘amiga do ambiente’ e por consequência utilizar este tipo de informação para promover a sua empresa, ganhando confiança de utilizadores com preocupações ecológicas nos processos de fabricação do seu produto.

4.6. VIABILIDADE ECONÓMICA

A comutação de desperdício em divícia é um intento da União Europeia, qual prossupõe a valorização no mínimo 70% dos resíduos de construção e demolição até 2020. Uma das soluções viáveis futuramente engloba o incentivo de adotar uma economia circular. Este arquétipo é fundamentado e visado a reduzir,

reutilizar, recuperar e reciclar os resíduos dando origem a produtos e matérias primas ecologicamente benéficas, proveitos financeiros para os empresários, poupança para os clientes e criação de postos de trabalhos. A sua contribuição conta com a redução de 2% a 4% das emissões totais anuais de gases responsáveis pela amplificação do efeito de estufa [13].

O modelo de uma economia circular intervém em todas as fases da cadeia de valores desde a extração e transporte de matérias-primas, materiais e conceção do produto, produção, distribuição e consumo de valores, sistemas intervenientes, reutilização e gestão de resíduos de reciclagem. Estes dois últimos encontram-se com especial destaque para moderar a dissipação das transações comerciais que no presente momento contam com um capital desperdiçado de 330 mil milhões de euros anuais [13].

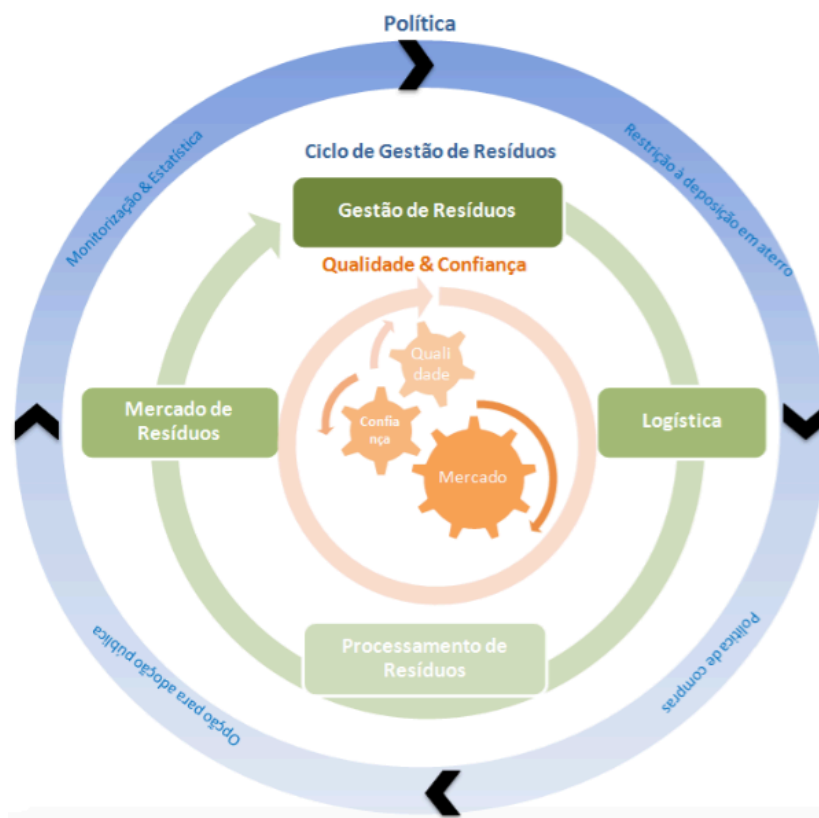


Fig. 12 – Orientações de uma economia circular no processo de gestão de resíduos. Fonte: APA, Valorização de RCD

O contributo para solucionar o fluxo económico destas etapas é notório na aplicação e análise dos diversos padrões construtivos ambientalmente amigáveis. Na figura 12 podemos observar como funciona o sistema circular na gestão de RCD.

A CEM (Construction Eco Map) tem como propósito criar e estimular as potencialidades que atualmente são desenvolvidas para reincorporação dos materiais reciclados nos trabalhos de construção, facilitando a fluidez de intercâmbio dos agregados reaproveitáveis.

Na Europa, em 2012, segundo o Eurostat [14], os dados recolhidos de 27 países demonstram que foram geradas aproximadamente 821 milhões de toneladas de resíduos pela indústria da construção, o que corresponde a 31% do lixo total, dos quais 610 mil toneladas são vidro, 690 mil toneladas são papel, 970 mil toneladas são plástico, 8 milhões de toneladas são madeira, 400 milhões de toneladas são

resíduos sólidos, 382 milhões de toneladas são solos, 16 milhões são lixo metálico, 8 milhões de toneladas são resíduos mistos e 7 milhões de toneladas são materiais indiferenciados. A sua distribuição pode ser observar em percentagem através do gráfico na figura 13.

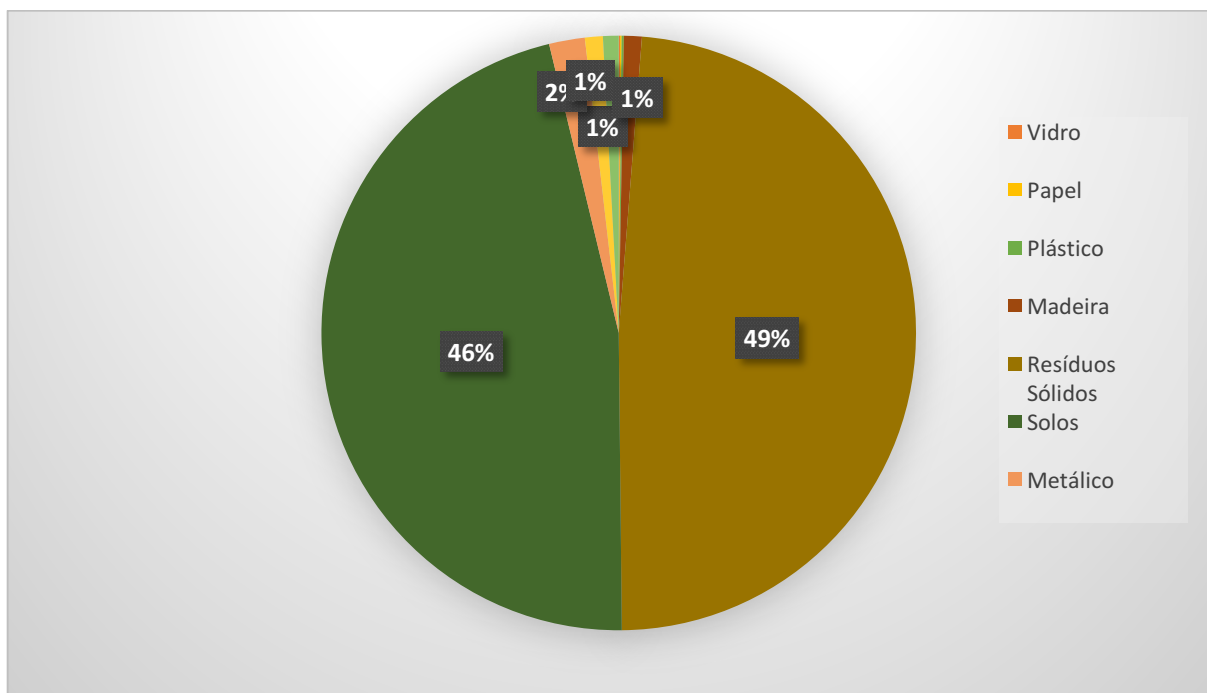


Fig. 13 – Resíduos gerados pela indústria da construção em 27 países da Europa em 2012

A percentagem correspondente a inertes provenientes das argamassas, alvenarias e betão ronda os 50% da produção final e possuem grandes potencialidades de valorização, que rondam os 80%, e integração nas construções novas como inertes reciclados devido às técnicas existentes. Os solos são responsáveis por uma grande parte desta dimensão e correspondem a sensivelmente 45%. É importante entender a sua distribuição dentro da reutilização. A taxa atual média de reciclagem está em redor dos 40%, o que corresponde a 328,4 milhões de toneladas sobrando 492,6 milhões de toneladas isentas de qualquer valorização.

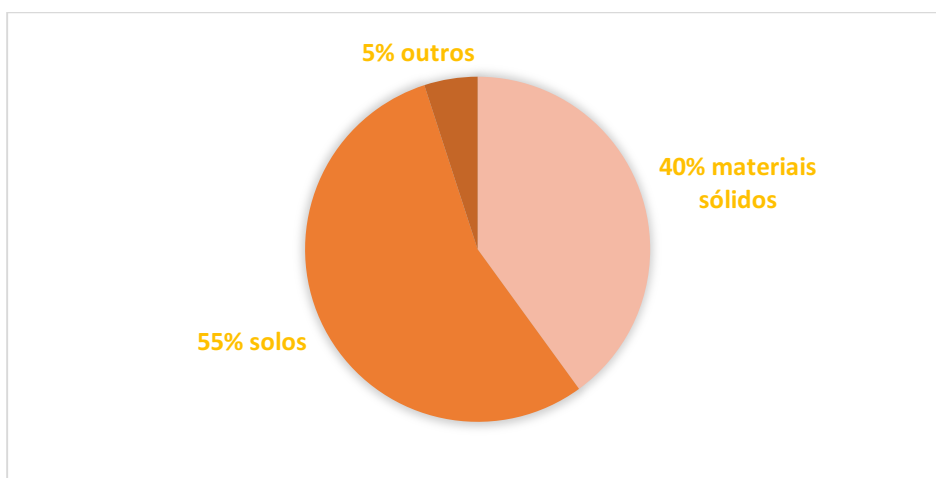


Fig. 14 – Resíduos da construção reciclados em 2013 segundo Eurostat

Atualmente 40% dos resíduos reciclados correspondem a inertes sólidos, isto é 131,36 milhões de toneladas. Os solos declarados influenciam em 55% a reintegração e valorização de materiais, ou seja 180,62 milhões de toneladas são reaproveitadas. Os restantes 5% são maioritariamente condignos a reintegração dos materiais metálicos, madeiras e plásticos como se observa na figura 14.

As áreas de estudo incidentes na reintegração de inertes sólidos reciclados na fabricação do betão demonstram progressos significativos. A perícia neste domínio mostra que a trabalhabilidade e características físicas de betão mantêm-se satisfatórias e a resistência do betão ecologicamente favorável é 80 a 100% próxima do betão produzido com agregados naturais. A percentagem de inertes válidos para substituição está diretamente relacionada com as dimensões da estrutura e implica o aumento em 10% do volume com a utilização de 100% de material granuloso reciclado, contudo é possível não interferir na magnitude do projeto utilizando 50%.

É aconselhável que o betão produzido com agregados reciclados não seja utilizado em exteriores devido a sua porosidade e absorção de água ser mais elevada comparativamente a dos agregados naturais o que implica diferenças na expansão e retração e também a possibilidade de degradação por ações de gelo/degelo em locais onde a sua contabilização é significativa.

A falta de divulgação, obrigações legais e investimentos nas evidências existentes neste tema por muitos países da união europeia traduz o fraco aproveitamento das potencialidades da reutilização e reintegração de agregados reciclados. O fluxo de câmbio deste tipo de materiais é fraco e necessita de ser claramente disponibilizado a todas as partes interessadas. A CEM visa possibilitar a criação de um market place onde acontece a permuta direta, clara e célere desses agregados dentro da construção, originando a circulação e utilização de 352,26 milhões de toneladas de resíduos inativos e com potencial de valorização.

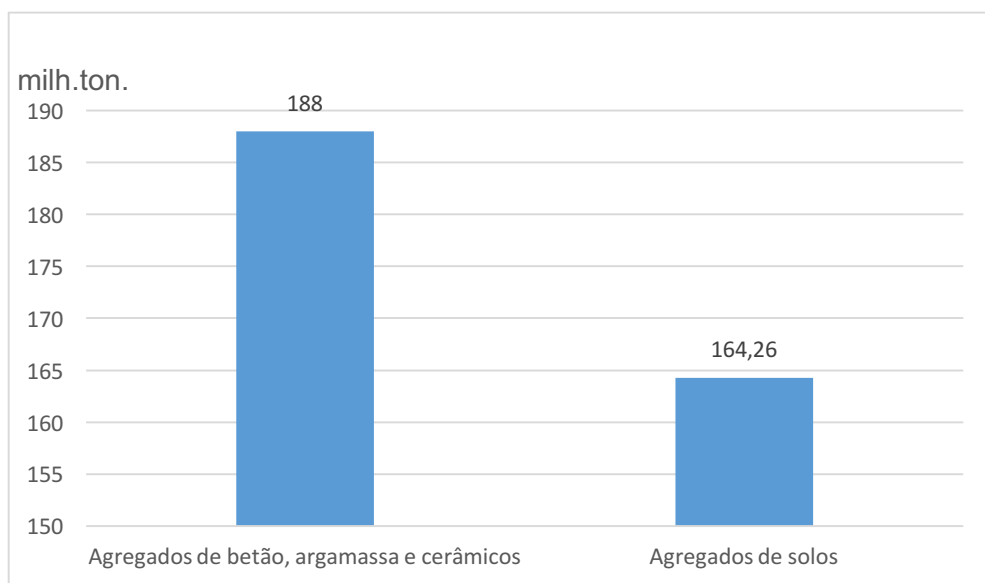


Fig. 15 – Resíduos com potencialidade de reciclagem e reintegração de acordo com a sua origem

As potencialidades de valorização dos agregados estão calculadas por defeito de maneira a contabilizar os erros devidos às informações disponíveis neste setor. É notório o desperdício que atualmente está em vigor na construção. A necessidade de um grande impulso para fechar a economia circular nas técnicas e modelos atuais chama a atenção da plataforma para colmatar a dissipação de inertes aptos para reutilização. A CEM visa pôr em prática a circulação de 42,9% de resíduos da indústria da construção

atualmente desaproveitados e facilitar o fluxo de resíduos reciclados. A sua distribuição de acordo com os seus constituintes pode está representada na figura 15.

Os elementos de agregados de betão, argamassa e cerâmicos que podem ser reciclados e reintegrados correspondem a uma taxa de valorização de 80% na totalidade dos resíduos deste grupo. Em contrapartida os agregados de solos com potencial de reintegração foram determinados com taxa de reciclagem de 90%, pois a facilidade de manuseamento deste material é bastante alta. Ambos os inertes podem ser reciclados em 100% para incorporar em diversas tarefas dos diversos trabalhos.

Em Portugal, as taxas de reciclagem ainda são muito baixas. Os dados recentes mostram que são reciclados aproximadamente 34% dos RCD [13], contudo não é o que se verifica na prática em que este valor é afeto de várias aproximações e conjunto com fatores responsáveis pelo seu crescimento indireto. Na realidade, a taxa de valorização nacional é pouco mais de 15% o que comparativamente com alguns países europeus é um demérito para a construção civil. A justificação para estes valores parte das várias dimensões responsáveis por todo o processo envolvente, desde legislação tardia e pouco explícita, como incentivos financeiros. A construção é uma indústria com grandes dificuldades para se reinstalar na mentalidade do fazer e mobilizada principalmente pelo interesse financeiro.

As atitudes para gerar o incentivo financeiro encontram-se pouco desenvolvidas e merecem especial atenção. As taxas de deposição em aterro dos resíduos justificam o padrão de construção que se adota em cada país, não sendo o único coeficiente ponderado nestas conclusões, mas sem duvida com influencia na agilidade por parte das empresas. Nos países em que as taxas de reciclagem são próximas dos 100%, as deposições em aterros estão valorizadas em, sensivelmente, 150,00 €/tonelada e nos países em que a tentativa de reutilização ronda os 15% ou menos, o valor das exonerações é aproximadamente 4,00 €/tonelada [14]. É visível que o incentivo financeiro necessário para mudar mentalidade é debilitado e é imprescindível extenuar este cenário.

O principal foco deste trabalho é dar um contributo para incrementar a valorização dos RCD correspondentes a inertes de betão, argamassas, alvenarias, cerâmicos e solos que se encontram ainda longe da sua exploração máxima.

4.7. MODELO ECONÓMICO

Na medida de validar as potencialidades da plataforma apresentada foi elaborado um modelo de negócios de acordo com o Canvas Business Model que tem como propósito viabilizar as transações económicas e materiais, bem como descrever especificamente a estrutura, ligações, atividades, valores, relações, canais e recursos necessários para garantir a fluidez de todo o processo do sistema.

O Business Model Canvas [15] está dividido em 9 grupos alvo que são fundamentais para que a viabilidade de uma ideia de negócio seja gerada. Dentro de cada grupo estão presentes tópicos merecedores de análise e réplica cuidadosa e detalhada para evitar lacunas em todo o processo funcional. Este ideal pretende garantir que todos os critérios de fluência sejam pensados e corretamente solucionados. O encadeamento de ideias pode ser descrito através da figura 16.

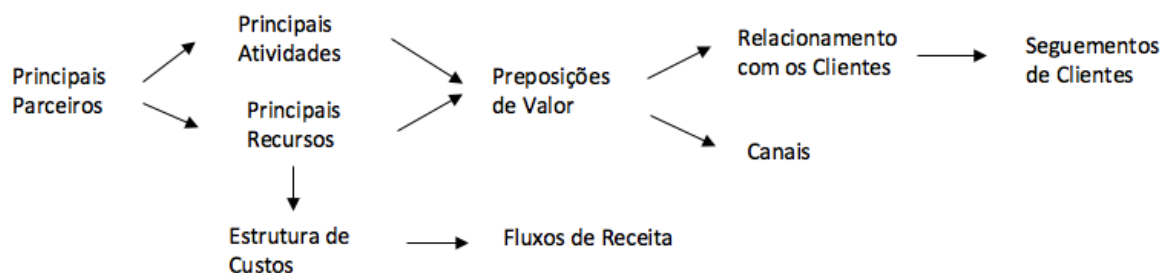


Fig. 16 – Estrutura do Business Model Canvas

Nota: O modelo apresentado está redirecionado para Portugal, mas pode ser abrangido a qualquer país de acordo com as suas legislações e normas.

4.7.1. PRINCIPAIS PARCEIROS

Os parceiros chave devem dar resposta e início a todo o processo para começar a descodificação do modelo. Os societários mais influentes dividem-se por seguintes grupos:

- 1) Governo Português;
- 2) Operadores de gestão de resíduos;
- 3) Agências ambientalistas;
- 4) União Europeia;

A motivação para parceria é criada no sentido de otimização e economia, redução de riscos e incertezas e repartição de recursos e atividades. O segundo grande impacto é causado pelos fornecedores:

- 1) Empresas responsáveis pelas obras de construção, reabilitação ou demolição;
- 2) Operadores de gestão de resíduos;

A inclusão dos centros de tratamento de resíduos nos dois grupos alvo irá ser justificada posteriormente de acordo com as suas funções.

Os recursos chave que têm de ser adquiridos dos parceiros dependem da sua influência económica e política e encontram-se divididos de acordo com as diferentes dimensões.

Segundo o autor, as entidades seguidamente explicitas devem implementar as operações descritas posteriormente. Os valores adotados são de consideração pessoal e justificam-se pelo conhecimento da situação existente e necessidade de crescimento.

a) Governo Português:

- a.1) aumento de taxas para depósito em aterro em 150%;
- a.2) criação de exigências legais mais restritas e exigentes relativamente à reciclagem e utilização de matérias primas recicladas nos trabalhos de construção ou reabilitação: a taxa obrigatória de 5% de incorporação de materiais ecoeficientes não é suficientemente vigorosa;

- a.3) aumento do valor monetário de matérias primas provenientes de fontes naturais em 200%;
- a.4) criar benefícios internos, económicos e legais, para empresas utilizadoras de reciclados;
- a.5) investimento financeiro para desenvolvimento e divulgação da CEM;
- a.6) sugerir a todos os intervenientes o uso da plataforma: possibilitando um controlo mais rígido e certo nesta área;
- a.7) conceber equipas de fiscalização de acordo com ações de formação específicas para que seja feita uma vigilância in situ da gestão dos resíduos de acordo com os decretos leis e portarias em vigor. Estas equipas atuarão na medida de garantir que os elementos reciclados estarão de acordo com as normas aplicáveis para serem disponibilizados para venda: identificação, separação por granulometria, produção de documentos certificados de reutilizações possíveis, bem como todo o rudimento necessário para garantir a qualidade e valorização;
- b) Operadores de gestão de resíduos:
 - b.1) divulgar na CEM os materiais/inertes reciclados disponíveis: quantidade e preço;
 - b.2) propagar as capacidades de armazenamento;
 - b.3) disponibilizar documentos certificados da qualidade dos resíduos reciclados e as aplicações válidas;
 - b.4) garantir a associação da e-GAR da obra proveniente aos dados disponíveis na plataforma de maneira a comprovar a receção das matérias;
 - b.5) assegurar o transporte necessário para recolha e distribuição dos elementos;
- c) Agências ambientais:
 - c.1) certificar as empresas usufruidoras da plataforma: indicação da contribuição em percentagem para redução das deposições em aterro, percentagem de reciclagem feita na obra, quantidades de atenuamento de gases, fração de reciclados utilizados e quantidades salvaguardadas de materiais naturais diferenciados pelos seus grupos de inertes;
 - c.2) promover a divulgação de empresas mais ecológicas de acordo com as suas práticas sustentáveis em forma de pedestal com atribuição de lugares superiores a melhores e inferiores a piores;
- d) União Europeia:
 - d.1) compilar a todos os intervenientes o uso da plataforma;
 - d.2) criar benefícios europeus, económicos e legais, para empresas utilizadoras de reciclados;
 - d.3) injungir uma percentagem de 25% de incorporação de materiais reciclados em todas as tipologias de obras para os países inseridos na união europeia;
 - d.4) promover e habilitar equipas de fiscalização para controlo nas obras;
 - d.5) divulgar a plataforma nos vários tipos de media substanciais para dar conhecimento;

4.7.2. PRINCIPAIS ATIVIDADES E RECURSOS

As atividades que devem ser desenvolvidas para realizar as proposições de valor (reciclagem e consumo de reciclados) são relativas à recolha, transporte, triagem, reciclagem e certificação da qualidade dos resíduos tratados, sendo estas ações muito importantes para garantir a viabilidade do produto final. A reciclagem e certificação são os processos mais morosos deste ciclo, sendo necessário equipamento técnico e laboratorial para fazer testes de maneira a garantir a qualidade dos itens, contudo estas manobras não são consideravelmente dispendiosas nem demoradas relativamente ao retorno financeiro gerado. Na sequência do funcionamento deste modelo é necessário garantir o destinatário correto no tempo previsto, bem como as quantidades e especificidades acordadas do material e providenciar um serviço fiável e credível a nível de funcionamento. Na perspetiva para o utilizador garantir a disposição imediata dos produtos, exibir dados estatísticos de controlo interno.

O apoio legal nas exigências propostas pela plataforma seria uma fonte importante para conseguir gerar o fluxo de produtos e eventuais receitas. Todo o sistema verifica a garantia do preço mais baixo do mercado em comparação com matérias primas naturais de maneira a criar atratividade para o consumidor bem como a certificação dos produtos de acordo com as normas de cada país para dinamizar a confiança na sua utilização.

A ideologia desta plataforma também visa garantir o cumprimento legal no âmbito de gestão e reincorporação de resíduos reciclados de acordo com as diretivas existentes, reduzir os impactes ambientais e desta maneira ganhar confiança social. O pacote de produtos e serviços passa por todo um processo que deverá ser sustentável como sistema e providenciar:

- 1) Transporte e resíduos;
- 2) Venda/compra de materiais reciclados;
- 3) Verificação das obrigações legais automaticamente;
- 4) Estatísticas internas e externas (funcionar como uma ferramenta de contagem para os relatórios da União Europeia);
- 5) Certificação de produtos e de obras sustentáveis de maneira a publicitar as empresas;

4.8. NOTAS FINAIS

A plataforma tenta dar resposta ao problema da gestão de RCD, contudo, ao longo do seu desenvolvimento foram encontradas muitas dificuldades na sua aplicação. As dificuldades englobam várias dimensões, entre as quais o problema da certificação do produto, que parece ser o mais importante. Para garantir a qualidade do material em obra, devem ser respeitadas várias especificações de acordo com a futura aplicabilidade, e esta garantia engloba vários testes que devem ser realizados em ambiente laboratorial. O conhecimento nestes testes é praticado em poucas estruturas do país, o que dificulta a deslocação de equipas até trabalhos que se encontram posicionados longe destas infraestruturas. Estas lacunas vão influenciar o preço final dos agregados reciclados que poderão ser vendidos, aumentando o valor final e tornando pouco atrativa a sua venda. As equipas fiscalizadoras que também poderão exercer a função de controlo de produto, devem ser instruídas de maneira a conseguir corresponder às expectativas. Os novos postos de trabalhos sugeridos, indicam grande movimento de verbas no país para o seu desenvolvimento, que no presente momento encontram-se em poucas quantidades.

Os países em que a mentalidade para a reciclagem ainda está muito atrasada serão de mais difícil alcance para conseguir implantar uma ferramenta deste género, pois a exigência de correta triagem e britagem

dentro de obra são tarefas primordiais que, infelizmente não são praticadas usualmente. Pelo contrário, em países cujas as taxas são bastante elevadas (mais de 70%) esta ferramenta seria apenas um catalisador para movimento de materiais reciclados, ou seja, aumento do fluxo de matéria. O que acontece atualmente nestes territórios é que os RCD são reciclados e reincorporados em outras indústrias quando não existe a possibilidade de valorização na própria obra. A implementação da CEM nestes países poderia ser interessante e conseguiria desenvolver-se com a adesão dos empreiteiros.

Outra possibilidade que poderia ser estudada, seria a criação de armazéns só de RCD constituídos por betão, alvenaria, tijolo, cerâmica, pedra, materiais betuminosos, solos e agregados não ligados. O funcionamento destas estruturas, com a ajuda de investimentos governamentais, poderia recolher, gratuitamente, o material triado e britado nas obras (operações obrigatórias a serem realizadas pelos produtores de RCD). Estes armazéns estariam datados de estruturas que possibilitassem a realização de testes para verificar as propriedades e requisitos mínimos explícitos nas especificações, de maneira e validar as aplicabilidades de material. Os lucros com estas instalações seriam na venda dos materiais reciclados, que possuindo a garantia de qualidade, poderiam facilmente circular no mercado. Como o material recolhido é de fácil reciclagem, os ensaios seriam também pouco extensos. Na medida em que a totalidade de RCD é de grande parte constituída por estes inertes, era economicamente fiável a realização de um estudo na validação deste modelo de negócio. Estas instalações, cujo o foco seria apenas nestes produtos, poderiam ganhar confiança dos empresários com maior facilidade, pois estariam direcionados apenas nesta área de resíduos.

O armazém deve estar equipado com instalações que permitem fazer ensaios que determinam alguns parâmetros: dimensão máxima das partículas, constituintes, conteúdo máximo em finos, qualidade do material fino, resistência à fragmentação e ao desgaste, absorção de água, estabilidade volumétrica, teor em sulfatos solúveis em água, teor em enxofre, libertação de substâncias perigosas e teor de alcalis.

A função da plataforma não seria apenas de um mercado de reciclados, mas de um centro de tratamento de RCD específicos quando não fosse possível elaborar os procedimentos necessários para venda direta da obra.

5

CASOS DE ESTUDO

5.1. INTRODUÇÃO

Para entender as possibilidades económicas e ambientais da plataforma proposta foi realizado o estudo de 3 obras, de diferente dimensão e origem, que decorreram no distrito do Porto e Braga e as quais já foram alvas de uma análise prévia no âmbito de gestão de RCD por João Melim e por Fátima Rodrigues. Foi feito o levantamento de operadores de gestão bem como as taxas relativas à receção de resíduos e taxas de deposição em aterro, e valores correntes do preço de venda de resíduos reciclados em Portugal. O processo de recolha destas informações providenciou a noção da discrepância entre o relatado em conferências e relatórios da APA e a realidade que acontece no mercado português.

Numa análise preliminar foram obtidos, os seguintes valores quantitativos de sistemas e equipamentos existentes ou em construção relevantes para a gestão de resíduos em 2011, como se pode observar na tabela 4.

Tabela 4 – Infraestruturas e equipamentos existentes ou em construção em Portugal continental em Dezembro de 2011 segundo APA, 2012

Infraestruturas e Equipamentos	Atuais	Em construção
Aterros	34	3
Estações de Triagem	29	2
Valorização Energética	2	0

As medidas que constam no PERSUS 2020 (Plano Estratégico de Resíduos Urbanos) parecem contraditórias ao que se verifica na realidade bem como a contagem de estações de triagem que constam em dois momentos distintos no documento. Na teoria, uma das medidas é incentivar a valorização de resíduos a partir de uma triagem eficaz e a aposta em mais sistemas operativos com capacidade para realizar tal tarefa, mas verifica-se que, primeiro, o número de operadores existentes é de 29 instalações e de centros de aterro ultrapassa este valor em 5 instalações, e segundo, em construção encontravam – se apenas duas estações de triagem, enquanto três estações de aterros. As medidas que estão a ser executadas parecem mais orientadas para promover a deposição em aterro do que, propriamente, reciclar, obviamente com a existência de mais lugares para não tratamento torna-se difícil escolher a opção mais ecológica entendendo também que as taxas para deposições são muito atrativas. A realização da contagem de alguns valores esta incoerente e sem justificação nos relatórios da APA, o que torna a leitura e análise destes documentos pouco credível, tendo sido encontrado o erro de contagem para

análise das taxas de reciclagem em Portugal que apresentava as taxas de 35% e que não conseguiram ser justificadas com os valores quantitativos de resíduos produzidos e reciclados no relatório para a União Europeia.

Apesar do PERSUS 2020 não enquadrar uma estratégia para os resíduos não urbanos, como é o caso de resíduos de construção e demolição é importante perceber a política que é abordada para o termo de reciclagem e apesar do novo pacote legislativo adotado em 2 de Dezembro de 2015 pela comissão Europeia parecer ambicioso, Portugal tem um longo caminho a percorrer na mudança da mentalidade sobre a economia circular.

Através da plataforma SILOGR [16], que tem uma base de dados de todos os operadores de gestão de resíduos em Portugal continental, mas não sendo a ferramenta de pesquisa 100% fiável devido à constante atualização e registo de novas instalações, foram contados 561 operadores de gestão de resíduos de construção e demolição de acordo com o código do LER 17 referente a resíduos de construção e demolição no ano de 2016. O distrito que possui maior número de operadores de gestão é o Porto, com 90 estruturas, ficando Vila Real em último lugar, com apenas 3. Estas infraestruturas têm evoluído positivamente tanto no seu equipamento como nas suas quantidades e verifica-se um aumento de 260%, em crescimento de instalações desde 2008, que na sessão de apresentação do projeto RETRIA [17] sobre as perspetivas de gestão de RCD, segundo APA existiam apenas 155 operadores. As operações de tratamento ou valorização são distintas em cada uma das estruturas e acontece que muitas das empresas não possuem mecanismos com propósitos ecológicos.

Para entender com maior facilidade a pesquisa realizada, todas as intervenções vão seguir a mesma estrutura e abordagem de tratamento de dados. Procurou-se a análise de trabalhos de reabilitação devido a estes serem condizentes à grande parte da produção de resíduos e tornando-se assim grandes potencializadores de comutar os seus desperdícios em riqueza.

Todas as conclusões tiveram em conformidade a análise das especificações técnicas do LNEC sobre RCD que determinam a possibilidade de reintegração e valorização deste tipo de resíduos de acordo com testes e processos de validação que devem ser submetidos em conformidade com a sua origem e estado integral na altura do reaproveitamento. Assim sendo, foram abordadas quatro especificações:

- 1) E 471 – 2009: Guia para utilização de Agregados Reciclados Grossos em Betões de Ligantes Hidráulicos [46];
- 2) E 472 – 2009: Guia para a Reciclagem de Misturas Betuminosas a Quente em Central [44];
- 3) E 473 – 2009: Guia para a Utilização de Agregados Reciclados em Camadas Não Ligadas de Pavimentos [43];
- 4) E 474 – 2009: Guia para Utilização de Resíduos de Construção e Demolição em Aterro e Camada de Leito de Infra-Estruturas de Transporte [45].

5.2. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE RCD EM FUNÇÃO DA TIPOLOGIA DA INTERVENÇÃO

5.2.1. REABILITAÇÃO DE ESTRADAS

Uma das grandes modalidades entre os trabalhos de construção civil é afeta às intervenções em vias de comunicação. Todos os anos são reabilitadas ou contruídas novas infraestruturas de ligação que traduzem grande investimento financeiro na aquisição de inertes essencialmente para pavimentação e produzem uma parte significativa de RCD e tornando-se desta maneira um alvo interessante para este estudo. Foi tomada para análise a beneficiação de estrada Nacional 206 com o troço compreendido entre a Ponte Nova e Via Circular (BEM) [18].



Fig. 17 – Imagem do Google maps antes da reabilitação do troço entre Ponto Nova e Via circular

De acordo com todas as tarefas executadas através dos planos de trabalhos da reabilitação desta obra foi obtida a tabela 5 com a discriminação de valores e operações importantes.

Tabela 5 – Total de RCD obtidos por operação na reabilitação da EN 209, adotado de [18]

Operação	Quantidade (m ³)	Peso específico (kN/m ³)	Total (kg)
Escavação em terreno de qualquer natureza	247	19	469300
Escavação em terreno para execução de fundações de muros	1440	19	2736000
Demolições de muros	55	21	115500
Remoção de produtos sobrados da escavação	1949	19	3703100
Corte do pavimento asfáltico	222	19	421800
Escavação manual para execução de nós, ramais e outros	6	15	54000
Remoção de pavimentos	571	21	1199100
Aterro com terras vegetais	505	15	757500

A soma de resíduos produzidos em todas as operações deu um total de 9456300 kg, ou seja, 9456,3 toneladas. As quantidades registadas foram divididas de acordo com o código condigno na LER e tiveram o aspeto apresentado seguidamente.

Tabela 6 – Distribuição de RCD de acordo com código da LER, adotado de [18]

LER	Descrição	Quantidade de RCD (ton)
	Total	9456,3
17 01 01	Betão	1314,6
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	421,8
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	7719,9

5.2.2. EXTENSÃO DE REDES PÚBLICAS DE DRENAGEM

As obras de origem pública, são maioritariamente de grandes gastos, quer na aquisição de materiais para os diversos trabalhos, quer na gestão de RCD, principalmente quando englobam trabalhos de escavação.

Foram analisados os trabalhos de extensão das redes públicas de drenagem de águas residuais e pluviais entre o cemitério de Antime e EN 207 [18].



Fig. 18 - Trabalhos de requalificação de redes públicas de drenagem de águas, fonte: Google images

Os trabalhos foram agrupados de acordo com a sua natureza para enfatizar a origem de RCD. As tarefas que conduziram à produção de resíduos encontram-se discriminadas na tabela seguinte.

Tabela 7 – Quantidades de RCD produzidos em função das operações na requalificação de redes públicas de drenagem entre o cemitério de Antime e EN 207, adaptado de [18]

Operação	Quantidade (m ³)	Peso específico (kN/m ³)	Total (kg)
Escavação em terreno	1548	19	2941200
Remoção dos produtos sobranes da escavação	1226	19	2329400
Demolição	134	21	281400
Aterro com terras vegetais	95	15	142500
Remoção de pavimentos	24	21	50400

Foram produzidos um total de 5744900 kg de resíduos, o que corresponde a 5744,9 toneladas. A sua distribuição de acordo com o código LER teve o aspeto da tabela 8.

Tabela 8 – Distribuição de RCD em função do código LER, adaptado de [18]

LER	Descrição	Quantidade de RCD (ton)
	Total	5744,9
17 01 01	Betão	331,8
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	5413,1

5.2.3. REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Os RCD provenientes da reabilitação de edifícios traduzem uma grande fatia na totalidade e merecem uma análise mais aprofundada da sua aplicabilidade e reintegração na cadeia de valor. Para entender a sua dimensão, estudou-se a reabilitação da Pausada do Freixo adaptado de [9].



Fig. 19 – Pausada do Freixo após ser reabilitada, fonte: Google images

A metodologia na análise de RCD produzidos é idêntica à utilizada no caso da reabilitação da EN 209, e pretende apenas analisar os resultados dos resíduos produzidos de acordo com os trabalhos executados, contudo sem existência de algumas informações relativas às quantidades associadas a cada tarefa decidiu-se por ocultar essa informação e distribuir diretamente os dados de acordo com o código LER. É importante referir que foram mantidos alguns elementos estruturais, o que permitiu diminuir os resíduos gerados, contudo optou-se essencialmente por demolição e ocorreu a triagem necessária de RCD produzidos. Foram produzidos, aproximadamente 229 toneladas de RCD nesta intervenção.

Tabela 9 – Distribuição de RCD de acordo com o código LER, adaptado de [9]

LER	Descrição	Quantidade de RCD (ton)
	Total	229,7
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	86,0
17 02 01	Madeira	122,0
17 02 02	Vidro	3,0
17 02 03	Plástico	0,20
17 04 01	Cobre, bronze e latão	0,06
17 04 05	Ferro e aço	15,0
17 06 05	Materiais de construção contendo amianto	3,0
20 03 01	Outros RSU's e equiparados, incluindo misturas de resíduos	0,4

5.3. ANÁLISE DE CUSTOS DE DEPOSIÇÃO EM ATERRO E OPERADORES DE GESTÃO

Os custos relativos à gestão de RCD variam de acordo com os preços praticados nos aterros e operadores bem como, com a distância dos mesmos ao local onde está a ser executada a obra. Assumiu-se assim um preço médio praticado em Portugal por estes órgãos de acordo com o código LER para facilitar as conclusões. No presente trabalho, atribui-se que todos os RCD foram encaminhados para aterro, sem deixar qualquer tipo de deposição ilegal, que acontece frequentemente no país.

Para além dos fatores referidos anteriormente que interferem nos gastos com a gestão dos resíduos, o estado dos mesmos é importante para determinar o valor por tonelada na entrega, ou seja, é diferenciado o preço de finos e grossos, bem como, se apresenta a mistura dos resíduos.

Na tabela seguinte estão apresentados os valores de acordo com o código LER de alguns resíduos e que se encontram mediamente contabilizados de acordo com os dados recolhidos. Os valores das taxas de deposição em operadores de gestão, que se encontram detalhados no anexo I, foram fornecidos por um operador licenciado de gestão de resíduos localizado na zona centro do país (empresa RCD – resíduos de construção de demolição SA) e não são iguais para todos os operadores. No anexo II e III é também possível encontrar os preços fornecidos pela mesma empresa, de venda de agregados reciclados e um guia para receção de RCD nas suas instalações.

Tabela 10 – Preçário de um operador para deposição de resíduos em aterro e operadores de gestão de acordo com código LER, adaptado de [18] e anexo I

Código LER	Descrição	Preço Operadores de Gestão (€/ton)	Preço Aterro (€/ton)
17 01 01	Betão	4,0 -8,0	3,0
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	15,0 – 28,0	3,0
17 02 01	Madeira	Gratuito	Gratuito
17 02 02	Vidro	s/ informação	10,0
17 02 03	Plástico	Gratuito	10,0*
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	12,0	3,0
17 04 01	Cobre, bronze e latão	Gratuito	**
17 04 05	Ferro e aço	Gratuito	**
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	4,0	2,5
17 06 05	Materiais de construção contendo amianto	s/ informação	10,0*
	Outros RCD	s/ informação	10,0

*Não foi determinado o valor real, assumindo o montante de 10,0€/ton;

** São elementos que traduzem retorno financeiro e serão debitados no cálculo total dos gastos de acordo com a bolsa de valores do dia 31/05/2016: 2,30€/kg para o latão, 3,30€/kg para o cobre e 0,10€/kg para o ferro (considerou-se um preço médio para o latão e cobre de 2,80€/kg) [44];

5.3.1. ANÁLISE DE CUSTOS DA BENEFICIAÇÃO DA EN 206

Na análise da tabela (indicar o nr da tabela de distribuição de acordo com código LER) e tabela (indicar nº da tabela do preçário) podemos verificar que o montante gasto na gestão de RCD, especificamente para deposição em aterro, seria de de 24508,95 €. A justificação deste valor, encontra-se discriminada seguidamente.

Tabela 11 – Valor de gestão de RCD da obra BEM – EM 206

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Total (€)
17 01 01	Betão	1314,6	3943,8
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	421,8	1265,4
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	7719,9	19299,75
	TOTAL		- 24508,95 €

Como esta obra não teve qualquer retorno financeiro com a eliminação de RCD, tratou-se de um valor bastante considerável para tratamento de resíduos. Os encargos aqui calculados estão incompletos, devido à não consideração do valor do transporte associado (camião, motorista e combustível), contudo o objetivo deste trabalho é essencialmente para entender a possibilidade de negócio de resíduos, que continuam a necessitar do transporte, e os custos dos mesmos e apesar de poderem ser reduzidos de acordo com a proximidade do destinatário não são relevantes para análise no presente trabalho.

5.3.2. ANÁLISE DE CUSTOS DA EXTENSÃO DAS REDES PÚBLICAS DE DRENAGEM ENTRE O CEMITÉRIO DE ANTÍME E EN 207

Os gastos com a gestão de RCD desta intervenção, perfaria o valor de 14528€. Todos os elementos foram reencaminhados para aterro sem qualquer tipo de valorização.

Tabela 12 – Valor de gestão de RCD na extensão de redes públicas de drenagem

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Total (€)
17 01 01	Betão	331,8	995,4
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	5413,1	13532,75
TOTAL			- 14528,15 €

A parcela mais significativa é relativamente à gestão de solos e rochas que incube um total de 13533€ para sua mobilização. Como se trata de uma intervenção cujos trabalhos de escavação são os mais volumosos, estes valores assumem estas grandezas. As possibilidades de valorização destes RCD são bastante interessantes e merecem atenção especial para trazer retorno financeiro nas empreitadas desta orientação.

5.3.3. ANÁLISE DE CUSTOS DA REABILITAÇÃO DA PAUSADA DO FREIXO

A intervenção referente a este projeto, devido à tipologia da estrutura, trouxe retorno na reciclagem de RCD o que verifica o saldo positivo de 1344€ após a deposição de todos os elementos em aterro, exceto o latão, cobre, aço e ferro que se assume terem sido transportados para sucata e gerado retorno financeiro. Contudo este tipo de situações acontece em obras específicas, que por si só já possuem muito material facilmente valorizável que poderá ser vendido, e não é usual obter este final. Os valores de gestão de RCD encontram-se discriminados na tabela abaixo.

Tabela 13 – Valor de gestão de RCD da intervenção da Pausada do Freixo

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Total (€)
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	86	258
17 02 01	Madeira	122	0
17 02 02	Vidro	3	30
17 02 03	Plástico	0,2	2
17 04 01	Cobre, bronze e latão	0,06	- 168
17 04 05	Ferro e aço	15	- 1500
17 06 05	Materiais de construção contendo amianto	3	30
Outros RCD		0,4	4
TOTAL			+ 1344 €

Os materiais que não trouxeram retorno foram depositados em aterro sem qualquer tipo de valorização, e como se pode verificar não traduziram gastos significativos na sua gestão. Poderia ter-se optado pelo encaminhamento para operadores de gestão de maneira a reintegrar alguns resíduos na cadeia de valores,

dando-lhe um novo uso. O destino para os operadores traduzia um custo nulo para tratamento da madeira e aumento 5 vezes no tratamento de misturas de betão.

5.4. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO COM A PLATAFORMA

O modelo proposto no presente trabalho, visa valorizar e criar benefícios financeiros dos RCD produzidos numa determinada obra ao invés de serem reencaminhados para aterro ou operadores de gestão, evitando assim os custos associados a este processo. No desenvolvimento do protótipo e recolha de dados, entendeu-se a dificuldade de implementar esta plataforma em algumas intervenções, nomeadamente as que necessitam de maiores exigências técnicas.

Os casos de estudo acontecem em Portugal, o que obriga o cumprimento de informação constante na documentação normativa. As especificações do LNEC, contam no presente momento com 3 guias para utilização de agregados reciclados de acordo com a finalidade e com 1 guia para reciclagem de misturas betuminosas a quente em central. A análise destes documentos permitiu entender as exigências para conseguir certificar o material reciclado e ganhar confiança dos empresários para posterior venda e consumo e exige que todos os materiais reciclados sejam marcados com indicação do produtor, do local, das siglas da classe e categoria a que pertencem.

5.4.1. ESPECIFICAÇÃO LNEC: NORMA E 471: 2009

A especificação E 471 – 2009: ‘Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos’ fornece a informação necessária para reincorporação de inertes reciclados na produção de betão novo. Os agregados reciclados finos não foram alvo de exigências, devendo ser desprezados pois possuem, normalmente, uma elevada absorção de água o que dificulta o controlo da qualidade do material final comprometendo a resistência dos betões. As percentagens indicadas de reciclados que é viável utilizar para preparação de novos betões são apenas aconselháveis, pelo que poderão ser superiores se forem realizados testes específicos para esse intuito. O betão estrutural é o que demonstra maiores exigências, tornando-se assim necessário um controlo nos reciclados mais reforçado.

A classificação dos agregados grossos determina 3 classes:

- 1) ARB1: constituintes de betão, argamassas, agregados não ligados, pedra natural e agregados não ligados com proporção de $\geq 90\%$; elementos de alvenaria $\leq 10\%$; materiais betuminosos $\leq 5\%$; vidro e outros materiais $\leq 0,5\%$; material flutuante em volume $\leq 2\%$
- 2) ARB2: constituintes de betão, argamassas, agregados não ligados, pedra natural e agregados não ligados com proporção de $\geq 70\%$; elementos de alvenaria $\leq 30\%$; materiais betuminosos $\leq 5\%$; vidro e outros materiais $\leq 1\%$; material flutuante em volume $\leq 2\%$
- 3) ARC: constituintes de betão, argamassas, agregados não ligados, pedra natural, elementos de alvenaria e agregados não ligados com proporção de $\geq 90\%$; materiais betuminosos $\leq 10\%$; vidro e outros materiais $\leq 2\%$; material flutuante em volume $\leq 2\%$

A classe ARB1 e ARB2 são relativos a agregados reciclados de betão e são assim considerados aptos para fabrico de betão devido à sua composição homogeneia na medida da dispersão de constituintes. A classe ARC é constituída por agregados compostos, sendo a sua aplicabilidade mais limitada a funções exigentes devido à sua heterogeneidade, podendo apenas ser aplicado para fabrico de betões de enchimento ou regularização. Para facilidade de interpretação, elaborou-se um quadro, dividindo os resíduos de acordo com o código LER e com a sua aplicabilidade em classes, que previamente devem

ser triados, britados e peneirados em centrais móveis (existe a opção de centrais fixas, mas não é alvo de análise do presente trabalho).



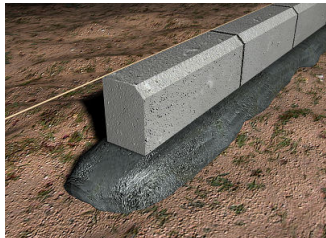
Tabela 14 – Divisão de RCD em Classes de acordo com o código LER

Código LER	Descrição	Classe
17 01 01	Betão	ARB1; ARB2; ARC
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	ARC; ARB2*

*com composição de elementos de alvenaria $\leq 30\%$

A integração de outros resíduos é possível, contudo a exigência do seu conteúdo traduz valores muito baixos ($\leq 10\%$) o que não justifica uma análise económica e as misturas betuminosas não podem conter alcatrão. A discriminação de condições para utilização dos 3 tipos de agregados encontra-se na tabela 15.

Tabela 15 – Viabilidade dos agregados reciclados de acordo com a sua classe e integração como inertes na produção de betão

	Betão de enchimento ou regularização	Betão estrutural	Betão Pré fabricado
ARB1	✓	✓ ⁽¹⁾	✓ ⁽²⁾
ARB2	✓	✓ ⁽³⁾	✓ ⁽²⁾
ARC	✓	x	x
Imagem			

⁽¹⁾Só podem ser utilizados em 25% e incorporados em betão com classe igual ou inferior a C 40/50;

⁽²⁾Podem ser utilizados pelo menos em 25% com grande possibilidade de aumentar esta fração com realização de alguns testes;

⁽³⁾Só podem ser utilizados em 20% e incorporados em betão com classe igual ou inferior a C 35/45;

Os ensaios complementares para determinar a viabilidade dos reciclados deverão estar em conformidade com as normas existentes e realizados por um laboratório reconhecido para esse efeito que deverá dirigir-se à obra e recolher as amostras necessárias para assegurar os requisitos mínimos do material antes de poder ser comercializado. Após a confirmação do comprimento de imposições mínimas de acordo com cada classe de inertes ficam reunidas as condições necessárias para poderem ser certificados para serem futuramente vendidos.

5.4.2. ESPECIFICAÇÃO LNEC E 473: 2009

A especificação E 473 – 2009: ‘Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos’ é específica para reintegração de resíduos em pavimentação. Ao contrário da especificação E 471 – 2009, as exigências dos ensaios e requisitos mínimos são de mais fácil alcance o

que torna a reincorporação de inertes reciclados para este tipo de trabalhos fiável e rápida. Os agregados reciclados encontram-se divididos em duas classes (B ou C) de acordo com a sua constituição e em três categorias de acordo com as propriedades geométricas e físicas (AGER1, AGER2 e AGER3). Para entender qual é a categoria de cada agregado reciclado é necessário verificar as propriedades especificadas no quadro 2 da norma E 473 – 2009. Na análise dos parâmetros e requisitos a analisar foi concluído que a categoria AGER1 é a menos exigente na qualidade dos finos e da percentagem de partículas totalmente esmagadas. Estes testes são de fácil execução e podem ser elaborados *in situ*, exceto quando se verifica o teor em sulfatos e libertação de substâncias perigosas. Em contrapartida, a categoria AGER3 é a mais exigente e exige a presença de betão e agregados não ligados em quantidades superiores a 90%.

Para uma avaliação mais perceptível foi criada a tabela 16 para agrupar de acordo com o código LER os agregados que poderão ser reciclados em relação à sua classe e categoria para reintegração como inertes para aplicação em camada de sub-base e base.

Tabela 16 – Aplicabilidade dos RCD reciclados de acordo com a sua classe e origem

Código LER	Descrição	Classe	Categoria	Aplicação
17 01 01	Betão	B e C	AGER1; AGER2; AGER3	Sub-base e base
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	B e C	AGER1	Sub-base e base*
17 02 02	Vidro	C	AGER1; AGER2	Sub-base e base**
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	C	AGER1; AGER2	Sub-base e base**
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	B e C	AGER1; AGER2; AGER3	Sub-base e base

*É aconselhável a sua utilização para pavimentos com um tráfego diário de pesados por via <50 para classe C e <150 para a classe B;

**É aconselhável a sua utilização para pavimentos com um tráfego diário de pesados por via <50 para categoria AGER1 e <150 para categoria AGER2;

A divisão por classe e categoria não é tão linear como indica a tabela 16. A responsabilidade desta decisão é somente do autor na sua perspetiva de utilizador e todos os resíduos podem formar classes diferentes de acordo com a sua quantidade na mistura total, assumiu-se, portanto, que as misturas eram na sua maioria constituídas pelo respetivo resíduo e desta maneira distribuíram-se por grupos com que mais se identificavam.

Todos os agregados reciclados podem ser utilizados para camada de sub-base para pavimentações se o tráfego médio diário de pesados por via não exceder 50 veículos. É viável, também, a aplicação em pavimentos com funcionalidades menos exigentes como é o caso dos passeios, pavimentos dos parques

infantis e outros com funções similares. Não existe nenhuma norma para a utilização de agregados reciclados neste tipo de trabalhos menos implicantes, contudo é fiável afirmar que não são alvo de muitas exigências e limitações nas quantidades a incorporar.

5.4.3. ESPECIFICAÇÃO LNEC E 474: 2009

A especificação E 474 – 2009: ‘Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infra-estruturas de transporte’ indica as condições necessárias em que podem ser implementados os agregados reciclados para os trabalhos de pavimentação. Esta especificação possibilita a reintegração de uma parte significativa de RCD devido às suas exigências nas quantificações de misturas serem muito menos rígidas. A divisão por composição dos resíduos é feita em três classes:

- 1) B: constituída principalmente por resíduos de betão e argamassas ($\geq 90\%$) e limitando a presença de outras componentes em um máximo de 10% (vidro);
- 2) MB: limita a presença de elementos de alvenaria e materiais argilosos, bem como de elementos de betão e seus congêneres em 70%. Obriga a existência no mínimo de 30% de materiais betuminosos e aumenta a possibilidade da presença do vidro até 25%;
- 3) C: não possui qualquer restrição para implementação de resíduos de betão, argamassas, alvenaria ou solos, limita a presença de betuminosos em 30% e de vidro em 25%;

Para além da divisão em classes, os agregados reciclados são divididos de acordo com as suas propriedades em duas categorias: MAT1 e MAT2, que de acordo com os ensaios indicados no Quadro 2, da especificação E 474 – 2009, vão determinar as suas aplicabilidades. Assim, é viável utilizar todos os agregados ecológicos, independentemente da sua categoria para execução de aterros de infra-estruturas de transporte. A limitação fica para aplicação dos mesmo em camada de leito, e elimina-se a possibilidade de integração de inertes da classe MB, bem como de toda a categoria MAT1, dando vicissitude aos agregados de dimensões mais pequenas com maior qualidade de classe B e C da categoria MAT2.

Tabela 17 – Descrição da aplicabilidade de RCD de acordo com o código LER, classe e categoria

Código LER	Descrição	Classe	Categoria	Aplicação
17 01 01	Betão	B; MB;C	MAT1; MAT2	Aterro e Camada de leito*
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	C; MB	MAT1; MAT2	Aterro e Camada de leito**
17 02 02	Vidro	C; MB	MAT1; MAT2	Aterro***
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	MB	MAT1; MAT2	Aterro

17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	C; MB	MAT1; MAT2	Aterro e Camada de leito**
----------	---	-------	------------	----------------------------

*A aplicação em camada do leito fica limitada à classe B e C de MAT2;

**Na integração em camada de leito só podem ser incorporados agregados eco sustentáveis do tipo C, MAT2;

***A utilização fica limitada a 25%;

A qualidade destes materiais deve ser testada de acordo com o indicado na norma. A relação entre o código LER e a aplicação foi feita sem a exigência de acontecimentos assumirem esta forma. A tabela V foi elaborada para uma análise mais direta no teste e não elimina a necessidade de elaboração de exames que determinam os requisitos das categorias e classes que podem alterar as informações aqui assumidas.

5.4.4. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO DA BENEFICIAÇÃO DA EN 206

Os preços adotados para venda dos agregados reciclados variam de acordo com a granulometria pretendida. As informações disponibilizadas por um operador licenciado de gestão de resíduos localizado na zona centro do país (empresa RCD – resíduos de construção de demolição SA), permitiram entender que o seu valor varia entre 2 a 3 euros. Com base nesta informação foi construída a tabela seguinte, que permite analisar as possibilidades de comercialização dos RCD provenientes dos trabalhos que decorreram na EN 206.

Tabela 18 – Valores para tratamento de RCD e seu retorno

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Valor agregado reciclado/ton	Gasto para tratamento/ton	Balanço Total/ton
17 01 01	Betão	1314,6	+3,0€	-2,0€	+1,0€
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	421,8	+3,0€	-2,0€	+1,0€
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	7719,9	+2,0€	-1,5€	+0,5€
TOTAL			+20649 €	-15052,65 €	+5596,35 €

Em comparação com os gastos intrínsecos que existiram para encaminhamento dos RCD para aterro (-24508,95€) podemos concluir que a opção pela reciclagem dos resíduos em obra e disponibilização para comercialização dos mesmos seria economicamente vantajosa e atrativa. O balanço entre o valor de venda dos inertes reciclados e o gasto para o seu tratamento (isto inclui o aluguer de britadores, a energia gasta, a deslocação do laboratório para análise de requisitos mínimos e de todas as atividades afetas a esta tarefa) traduzem um saldo positivo de +5596,35€, como se observa na tabela 18.

Os valores que se disponibilizaram para contabilizar os gastos são meramente indicativos e podem sofrer alterações na realidade. Existem muitos fatores responsáveis para determinar esta parcela que sofre diferenças na tipologia da obra, localização geográfica ou mesmo enquadramento temporal em que estão a decorrer os trabalhos, contudo é praticável afirmar que o balanço é, quase, sempre positivo.

A intervenção do laboratório permite elaborar as integrações destes reciclados, de acordo com as normas específicas, isoladamente, ou a mistura em proporções requisitadas.

Tabela 19 – Aplicações de acordo com RCD produzidos em função do código LER

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Aplicação
17 01 01	Betão	1314,6	Betão de enchimento ou regularização; Betão estrutural; Betão pré-fabricado; Sub-base e base; Aterro e Camada de leito
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	421,8	Aterro; Sub-base e base *
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	7719,9	Aterro e Camada de leito; Sub-base e base

*Aconselha-se a utilização para pavimentos com um tráfego diário inferior a 50 veículos pesados/via, é uma opção ótima para construção de pavimentos de utilização pedonal.

A tabela 19 mostra as possibilidades de aplicação que possuem os agregados reciclados de acordo com a sua origem e código LER. É assumido que os RCD divididos por grupos só apresentam as características definidas de acordo com o código a que pertencem. No momento de venda dos reciclados, estes devem estar dotados de todos os testes que são requisitados nas especificações. O comprador pode comprar as quantidades que necessita de acordo com as quantidades máximas que é permitido incorporar nos trabalhos deste tipo de material. Se o comprador não tiver conhecimentos das especificações do LNEC, a plataforma abre a possibilidade de ajuda: ao selecionar a aplicação que pretende irá ser disponibilizado uma função que pede para introduzir as quantidades totais de material a utilizar na construção, por exemplo 1000 toneladas de betão estrutural, e seguidamente aparecerá a informação que só podem ser compradas 250 (25%) toneladas de material reciclado a incorporar na mistura total. Desta maneira é útil e fácil para o comprador cumprir com os requisitos, sem perda de tempo nesse assunto.

5.4.5. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO DA EXTENSÃO DE REDES DE DRENAGEM PÚBLICAS

Para entender a potencialidade de negócio que se desperdiçou com a deposição de resíduos gerados na obra de reabilitação de redes públicas de drenagem no distrito de Fafe foi construída a tabela 19 que pretende discriminar os lucros possíveis com a reciclagem *in situ* do betão, solos e rochas.

Tabela 20 – Valores para tratamento de RCD e seu retorno

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Valor agregado reciclado/ton	Gasto para tratamento/ton	Balanço Total/ton
17 01 01	Betão	331,8	+3,0€	-2,0€	+1,0€
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	5413,1	+2,0€	-1,5€	+0,5€
TOTAL			+11821,6 €	-8785,2 €	+3036,4 €

Verifica-se a possibilidade de retorno de 3036,4€, que representa a eliminação dos gastos iniciais com a gestão de RCD para deposição em aterro (-14528,15€) e transformação em lucro de todo este processo.

De acordo com as aplicabilidades da tabela 19 pode-se disponibilizar para fins comerciais os reciclados.

Tabela 21 - Aplicações de acordo com RCD produzidos em função do código LER

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Aplicação
17 01 01	Betão	331,8	Betão de enchimento ou regularização; Betão estrutural; Betão pré-fabricado; Sub-base e base; Aterro e Camada de leito
17 05 04	Solos e rochas não abrangidas em 17 05 03	5413,1	Aterro e Camada de leito; Sub-base e base

5.4.6. ANÁLISE DO RETORNO FINANCEIRO DA REABILITAÇÃO DA PAUSADA DO FREIXO

Na empreitada referente à alteração da Pousada do Freixo foi dado um saldo positivo de 1344€ devido à uma parcela muito significativa de RCD ser constituída por ferro e cobre que são altamente e diretamente valorizados no mercado. O interesse na análise do retorno, de acordo com os produtos produzidos foca-se no material de acordo com o código LER 17 01 07.

Tabela 22 – Valores para tratamento de RCD e seu retorno

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Valor agregado reciclado/ton	Gasto para tratamento/ton	Balanço Total/ton
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	86	+3,0€	-2,0€	+1,0€
TOTAL			+258 €	-172 €	+86 €

O total relativo à gestão dos resíduos poderia exceder o obtido em 86€, perfazendo uma quantia de +1430 €. As alterações económicas nesta intervenção não seriam significativas e o estímulo para realizar a reciclagem no local não se justifica por estes valores, apesar de que para além de demonstrar a consciência ecológica da empresa, a utilização destes processos aumentava a confiança da sociedade. A tabela seguinte mostra as aplicabilidades dos RCD reciclados.

Tabela 23 - Aplicações de acordo com RCD produzidos em função do código LER

Código LER	Descrição	Quantidade (ton)	Aplicação
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06	86	Aterro e Camada de leito*; Sub-base e base; Betão de enchimento ou regularização

*Não pode existir nenhuma restrição para implantação de resíduos de betão, argamassas, alvenaria ou solos.

5.5. CONCLUSÕES E NOTAS FINAIS

Os casos de estudo apresentados foram escolhidos para demonstrar as capacidades de negócio com a reciclagem de RCD em diferentes tipos de obra. Na obtenção de valores e aplicabilidades foi assumido que todos os resíduos estariam viáveis para utilização de acordo com as propriedades e requisitos mínimos indicados nas especificações técnicas existentes em Portugal bem como se assumiu alguns valores por defeito ou excesso de acordo com a intenção para não traduzir desvios significativos nos resultados finais. A não existência de mais especificações limita as capacidades de aproveitamento deste setor e dificulta o correto tratamento bem como os valores para deposição dos resíduos em operadores licenciados não são financeiramente atrativos relativamente às do aterro.

Nos três casos apresentados as maiores potencialidades para recuperação incidiam-se em três grandes grupos: betão; misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas, e materiais cerâmicos; solos e rochas.

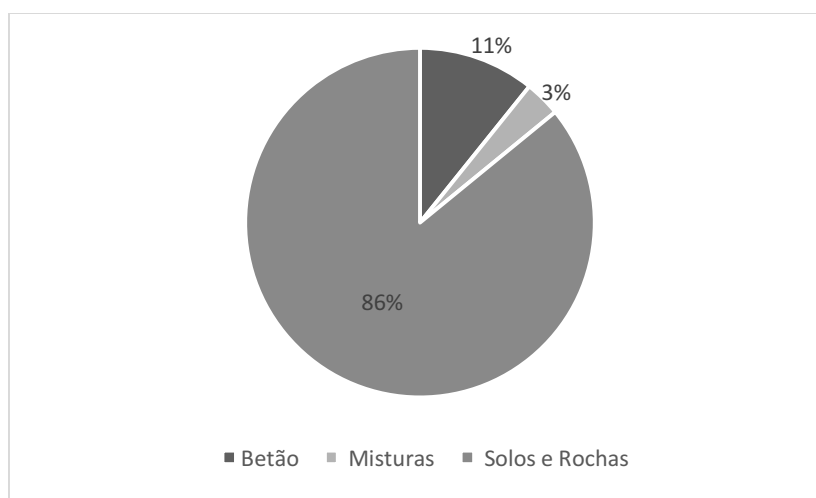


Fig. 20 – Distribuição de RCD de acordo com a sua produção nos casos analisados

A fração relativa a solos e rochas representa mais de 80% de todos os RCD produzidos nas 3 obras. Estes elementos são facilmente reaproveitáveis para aterros, base e sub-base de infraestruturas e traduzem um desperdício de 6566,5€. Os resíduos de betão influenciavam a circulação de 1646,4€ e misturas de RCD poderiam converter em 507,8€.

Para obter conclusões mais específicas e verificar o crescimento na economia gerada por esta atividade seria necessários estudos de maiores dimensões e em diferentes países. A aplicação em pavimentações de vias de comunicação é uma opção viável e fácil para reaproveitamento da maior parte destas soluções. A intervenção para beneficiação da EN 206 consumiu apenas 544 metros, o que representa um valor pouco considerável na extensão neste tipo de obras e traduziu valores muito significativos na eliminação de RCD dando ideia das oportunidades financeiras que poderão ser criadas. As obras de reabilitação de vias de comunicação são as que encontram mais vantajosa a utilização da plataforma na venda dos seus materiais. O custo de aquisição de agregados reciclados é, ainda, pouco diferente de agregados naturais em Portugal e com o aumento das taxas de extração de matérias primas virgens que estão previstas sofrerem alterações significativas (aumento até 2 vezes do valor atual) até 2020, o modelo proposto não será só atrativo para quem produz RCD, mas para quem procura inertes a incorporar nos seus trabalhos.

A indústria cimenteira nacional poderia ser um comprador fixo dos agregados reciclados que podem ser incorporados para produção do betão e pré-fabricados. Desta maneira, todos os trabalhos de engenharia

civil que possuíssem RCD de categoria aceitável para serem reciclados como agregados para produção de betão poderiam ser vendidos para estas indústrias.

6

CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES GERAIS

A ideia para o desenvolvimento deste trabalho surgiu com o objetivo de melhorar a gestão de resíduos de construção e demolição no mundo. Com a revisão bibliográfica e análise de documentos importantes para entender a situação atual do tratamento e valorização de RCD entendeu-se a dificuldade de implementação do modelo proposto, contudo com os casos de estudos ficou demonstrada a sua viabilidade económica, que é um fator muito importante na mobilização para a mudança de mentalidade nesta indústria.

No momento do contacto com os operadores de gestão, entendeu-se que muitos não disponibilizavam reciclados para venda e de outros nem se quer foi obtida resposta e é aqui que surge a questão: o que realmente acontece com os RCD depois de serem reencaminhados para estes operadores?

Os aterros de inertes são responsáveis apenas por armazenar nas suas instalações este tipo de materiais, trazendo as consequências ambientais analisadas anteriormente, mas a definição de operador de gestão sugere que a opção por esta alternativa seja a final e inevitável. A realidade estudada sugere uma abordagem diferente desta questão. O que acontece à maior parte de RCD encaminhados para tratamento é bastante óbvio: primeiramente ocorre o esmagamento do material em frações mais pequenas e seguidamente reencaminhamento para aterro. A credibilidade destes órgãos fica assim exposta para análise.

A falta de legislação e taxas muito fracas para deposição em aterro conseguem explicar o porquê de Portugal encontrar-se entre os países com as taxas mais baixas de reciclagem na União Europeia. As metas são claras e pretendem atingir 70%, que em alguns países, este valor, já se encontra superado. Na sequência da análise da legislação destes países, percebeu-se que o fator motivador se encontrava não só no aumento dos custos para libertação em aterro, como a proibição de deposição nestas instalações resíduos com potencial de reciclagem. Para além destas implicações, a dificuldade que existe em certificar materiais reciclados para reincorporação em outros trabalhos de construção é grande e a confiança na escolha destes produtos é ainda muito pouco alimentada.

A plataforma foi alvo de vários tratamentos ao longo do desenvolvimento do presente documento, passando por avaliações de peritos como ideia de negócio e ideia de valor. Em ambas situações o feedback foi positivo o que motivou a continuação da exploração de soluções para as dificuldades encontradas. A ideia participou no concurso de novas ideias da Universidade do Porto em 2016 e foi considerada uma das 10 melhores. As conferências mundiais no âmbito da sustentabilidade demonstraram interesse em receber a apresentação da ideia o que tornou ainda mais motivador o desenvolvimento do trabalho.

O estado da arte do modelo, na fase final deste documento, encontrou-se no estado de um protótipo e contou na finalidade com a participação em 2 concursos de ideias de negócios, com a aproveitamento para as fases seguintes e aceitação em 3 conferências mundiais no âmbito do tema.

Na análise de casos de estudo, foram abordados como exemplo intervenções de pequenas dimensões devido à falta de informação e acesso a outro tipo de empreitadas. O tratamento de dados de 0.5 km da beneficiação da EN 206 e 0,55 km da extensão de redes públicas de drenagem da EN 207 permite entender as capacidades financeiras de reaproveitamento neste tipo de obras e pode-se fazer a associação direta entre grandezas: na reabilitação de pavimentos com extensões muito superiores, o saldo para gestão de RCD será linearmente crescente.

Todas as implementações que deve executar o governo são do entendimento do autor, bem como dados de cálculos de retorno financeiro com a gestão de RCD em obra.

6.2. RECOMENDAÇÕES FUTURAS

O tema dos resíduos de construção e demolição é atual e objeto de várias intervenções e constantes soluções por representar um problema muito pertinente. Para conseguir a maior produtividade deste setor económico e dinamizar o seu crescimento deverão ser tomadas medidas astutas o mais brevemente possível.

A aplicação de leis mais exigentes é extremamente importante para ultrapassar esta lacuna:

- Proibir a deposição de material reciclável em aterros;
- Aumentar as taxas de deposição, incentivando o reaproveitamento dentro da própria obra;
- Implementar equipas fiscalizadoras obrigatórias para controlo na correta gestão de RCD, evitando contaminação, garantindo uma adequada triagem de maneira a viabilizar a possibilidade de reciclagem;
- Adotar ferramentas que incentivam a circulação de matérias primas ecologicamente benéficas: mercados de reciclados, vantagens empresariais e similares para estimular a recuperação

Na medida de crescimento do modelo proposto, espera-se incorporar dentro do e-map não só as intervenções de engenharia civil, bem como grandes indústrias produtoras de resíduos recicláveis para facilitar o fluxo e a troca de matérias.

A introdução da indústria cimenteira nacional como grande compradora de RCD reciclados com potencialidades de reintegração como agregados para produção de betão ou pré-fabricados, seria um impulso e incentivo para utilização da plataforma. A garantia para os vendedores de que este tipo de material seria comprado, seria um fator motivador para adotar as medidas necessárias de reciclagem. Como os valores de agregados virgens tendem a subir nos próximos anos, esta opção seria economicamente vantajosa para esta indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Brundtland Report. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, 1987.
- [2] <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/> , 29/05/2016
- [3] <http://ec.europa.eu/environment/life/funding/lifeplus.htm> , 05/06/2016
- [4] <http://www.usgbc.org/leed> , 10/05/2016
- [5] Ferreira, V., Bragança, L., Dias, A., Silva, A., Brito, J. *Inovação na Construção Sustentável*, CINCOS'08, Congresso de Inovação na Construção Sustentável, 2008.
- [6] Eurostat, *Emission od greenhouse gases and air pollutants induced by final use of CPA08 products – input-output analysis* , 31/03/2016
- [7] Weisleder, S., Nasser, D. *Construction and Demolition waste management in Germany*. Study, ZEBAU, 2006.
- [8] Martinho, F., Medeiros, B., Matos, G., Silva, S. *Reutilização de MBR e RCD (corrigidos) em camadas de leito de pavimentos*. UTL, 20011.
- [9] Melim, J. *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Obras de Reabilitação*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010.
- [10] European Comission. *Service Contract on Management of Construction and Demolition Waste – SRI*. Report, IEEP, 2011.
- [11] Eurostat, *Generation of waste*, 23/07/15.
- [12] Materiais Ecoeficientes e Reciclagem, Workshop, FEUP, 18 de Marco 2016
- [13] Eurostat, *Generation of waste by economic activity*, 29/02/2016.
- [14] Diogo, I. *Taxas de Gestão de Resíduos*. APA, 30 de Abril de 2013
- [15] UP. *Concurso de Novas Ideias da Universidade do Porto – iUP25k* , Porto, 2016
- [16] <https://silogr.apambiente.pt/pages/publico/index.php> , 10/06/2016
- [17] Carrola, A. *A Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Portugal – Perspetivas: Sessão de apresentação do Projeto RETRIA*, APA, 2008.
- [18] Rodrigues, F. *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição: Análise ao Conselho de Fafe*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010.
- [19] Galeev, R., Abdrakhmanova, L. *Architectural Control of Construction Materials whit Application of Man-made Wastes*. Advanced Materials in Technology and Construction. 6/10/2015, AIP Publishing, Tomsk Russia.
- [20] Silva, M. *Aproveitamento de Materiais Resultantes de uma Demolição Selectiva*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010.
- [21] Silva, A. *Caracterização dos Operadores de Gestão de Resíduos não Urbanos da região Norte*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010.

- [22] Jain, P., Powell, J., Smith, J., Townsend, T., Tolaymat, T. *Life-Cycle Inventory and Impact Evaluation of Mining Municipal Solid Waste Landfills*. Environmental Science & Technology. 10/02/2014, 48, 2920-2927, Florida United States.
- [23] Levis, J., Powell, J., Barlaz, M., DeCarolis, J., Ranjithan, S.. *Systematic Exploration of Efficient Strategies to Manage Solid Waste in U.S. Municipalities: Perspectives from the Solid Waste Optimization Life-Cycle Framework (SWOLF)*. Environmental Science & Technology. 06/03/2014, 48, 3625-3631, North Carolina United States..
- [24] ATIC,. *Valorização de RCD – Contribuição da Indústria Cimenteira*. Workshop APA. 17/06/2015,
http://www.apambiente.pt/_zdata/Politicar/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/WS/4-ATIC.pdf . 19/05/2016.
- [25] ATIC,. *Valorização de RCD – Contribuição da Indústria Cimenteira*. Workshop APA. 17/06/2015,
http://www.apambiente.pt/_zdata/Politicar/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/WS/4-ATIC.pdf . 19/05/2016.
- [26] Lista Europeia de Resíduos de acordo com a Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março .
- [27] Silva, L. *Possibilidades de Utilização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição na Construção de Edifícios Correntes*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2008.
- [28] Eurostat, *Construction – monthly data – growth rates*, 01/03/16.
- [29] <https://www3.epa.gov/region9/waste/solid/> . 16/03/2016.
- [30] Fischer, C., Werge, M. *EU as a Recycling Society – Present recycling levels of Municipal Waste and Construction & Demolition Waste in the EU*. ETC/SCP working paper, ETC/SCP, 2009.
- [31] Eurostat, *Generation of waste by economic activity and hazardousness (2012)*, 29/02/2016.
- [32] Ferrão, P., Pinheiro, L. *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020*. Lisboa, 26 de Maio de 2011.
- [33] Hendriks, Ch., Pietersen, H., *Sustainable Raw Materials – Construction and Demolition Waste – State-of-the-Art* . Report, RILEM TC 165-SEM, 2000.
- [34] Karpinski, L., Pandolfo, A., Reineher, R., Guimarães, J., Pandolfo, L., Kurek, J. *Gestão diferenciada de resíduos da construção civil – Uma abordagem ambiental*. EdUPUCRS, Porto Alegre, 2009.
- [35] Rapazote, J. *Reciclagem não convencional de RCD*, UTAD, 2008.
- [36] Coutinho, J. *Agregados para argamassas e betões*, Ciência de Materiais, 2002.
- [37] Santos, M., Brito, J. *O panorama nacional das reações álcalis-sílica em betões*, IPL, 2008.
- [38] Gonçalves, P., Brito, J. *Utilização de agregados reciclados em betão. Análise comentada da regulamentação existente*, UTL - IST, 2008.
- [39] Martinho, F., Medeiros, B., Matos, G., Silva, S. *Reutilização de MBR e RCD (corrigidos) em camadas de leito de pavimentos*. UTL, 2011.
- [40] Samton, G. *Construction & Demolition Waste Manual*. NYC Department of Design & Construction, 2003.

- [41] Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março).
- [42] Maia, A., Ferreira, J. *Transporte de Resíduos – Guias de Acompanhamento de Resíduos*. Direção de Serviços de Ambiente, 2013.
- [43] E 473-2009. *Guia para a Utilização de Agregados Reciclados em Camadas não Ligadas de Pavimentos*. LNEC, Lisboa, Portugal, 2009.
- [44] E 472-2009. *Guia para a Reciclagem de Misturas Betuminosas a Quente em Central*. LNEC, Lisboa, Portugal, 2009.
- [45] E 474-2009. *Guia para a Utilização de Materiais Reciclados Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição em Aterro e Camada de Leito de Infra-Estruturas de Transporte*. LNEC, Lisboa, Portugal, 2009.
- [46] E 471-2009. *Guia para a Utilização de Agregados Reciclados Grossos em Betões de Ligantes Hidráulicos*. LNEC, Lisboa, Portugal, 2009.
- [47] Decreto-Lei n.º 178/2006 , 5 de Setembro (replicado pelo DL n.º 73/2011). *Regime Geral da Gestão De Resíduos*.
- [48] Decreto-Lei n.º 46/2008 , 12 de Março . *Regime jurídico da gestão de Resíduos de Construção e Demolição*.
- [49] Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de Agosto (replicado pelo DL n.º73/2011). *Regime jurídico da deposição de resíduos em aterro*.
- [50] Portaria 417/2008, 11 de Junho. *Guias de Acompanhamento – Transporte de RCD*.
- [51] Portaria n.º. 40/2014, 17 de Fevereiro. *Remoção, triagem, acondicionamento e gestão dos RCD com amianto*.
- [52] <http://www.renascimento.pt/pt/?id=2247&mid=> , 15/04/2016
- [53] <http://www.recinox.com/site/pagar.php> , 31/05/2016
- [54] Ferreira, V., Bragança, L., Dias, A., Silva, A., Brito, J. *Inovação na Construção Sustentável*, CINCOS'10, Congresso de Inovação na Construção Sustentável, 2010.

ANEXO I



Zona Industrial de Ferreira-a-Nova, n.º 1
3090-840 Queridas - FIGUEIRA DA FOZ



Taxas de deposição de resíduos - 2016

Classificação / Descrição do resíduo		Valor / ton
Limpo	Madeira; Papel / Cartão; Plástico; Metais	0 €
	Esferóvite Branco - sem quaisquer contaminantes	
	Inertes e Betão / Betão armado	4 €
	Terras / Areias	
Inertes	com Terras / Areias	8 €
Betão / Betão armado		
Misturado		15 €
Muito Misturado		28 €
Betuminoso		12 €

Notas:

- As cargas de madeira com terras, areias, inertes ou metais são sujeitas a taxa de 8 € / ton
- Excepto nas cargas de madeira, a todas as cargas de resíduos de dimensão superior a 0,60 m acresce à taxa de deposição uma taxa dedemolição de 2 € / ton
- Cargas inferiores a 2 ton de resíduo limpo, inertes e Betão / Betão armado com terras / areias, aplica-se taxa única de 15 €
- Cargas inferiores a 1 ton de resíduo misturado, mto misturado e betuminoso a taxa de deposição é igual ao valor / ton
- Aceitação de betuminoso mediante entrega de Declaração de Não Perigosidade

Classificação / Descrição do resíduo		Valor / ton
Especiais	<ul style="list-style-type: none"> • Sacos de cimento; Plásticos duros; Alcatifas e Revestimentos • Materiais de isolamento sem amianto Roofmate, Wallmate, Floormate Lã Rocha / Vidro, etc. • Gesso / Pladur / Outros materiais com base de gesso • Outros resíduos não especificados 	Sujeito a avaliação

Notas:

- Aos preços mencionados, acresce o IVA à taxa legal em vigor
- Pagamento:

Recepção de rcd's nas n/ instalações - PP ou 30 dias da data da deposição, com a entrega da cópia da Guia e Certificado de Recepção

Aluguer / Colocação / Recolha de contentor:

Colocação e aluguer de 1º contentor até à recolha dos resíduos - Mensal

Colocação de novo contentor - Pagamento imediato da recolha do anterior e da taxa de deposição de rcd's correspondente.

- A presente tabela é válida por 180 dias, estando sujeita a alterações findo o referido prazo
- A presente tabela é meramente informativa ficando a deposição e aplicação da taxa sujeita ao Processo de Admissão dos Resíduos

Figueira da Foz, 9 Janeiro de 2015



Geral: + 351 233 098 134 : + 351 233 098 202
Telem: +351 926 017 353
Fax: +351 233 920 248
www.rcd-sa.pt; www.rcd.pt
geral@rcd.pt
facebook.com/residuosconstrucaodemolicao

ANEXO II



Zona Industrial de Ferreira-a-Nova, n.º 1
3090-840 Queridas - FIGUEIRA DA FOZ



Inertes Reciclados - Preços 2016

Descrição do Material	Valor / ton
Inerte Fino (0 -10 mm)	2 €
Inerte Médio (10 -30 mm)	
Inerte Britado Mesclado	
Inerte Grande Mesclado (30 - 80 e 80+ mm)	3 €
Inerte Grande Escolhido (80+ mm)	
Inerte Britado Betão	3 €
Inerte Britado Pedra	
Inerte Britado Betuminoso	
Outros Produtos	Sob consulta

Notas:

- Aos preços apresentados acresce o IVA à taxa legal em vigor
- Pagamentos: PP ou 30 dias da data de carga / expedição dos inertes reciclados
- A presente tabela é válida por 180 dias, estando sujeita a alterações findo o referido prazo

Figueira da Foz, 9 Janeiro de 2015



Geral: + 351 233 098 134 ; + 351 233 098 202
Telem: +351 926 017 353
Fax: +351 233 920 248
www.rcd-sa.pt; www.rcd.pt
geral@rcd.pt
facebook.com/residuosconstrucaodemolicao

ANEXO III



Zona Industrial de Ferreira a aNova, N.º1
3090-840 Queridas – Figueira da Foz
NIF: 508692385
Capital Social: 750 000€
Alvará N.º 57/2012/CCDR



Guia RCD N.º _____ / 2016

RCD provenientes de um único produtor/detentor

(Anexo I da Portaria 417/2008 de 11 de Junho)

I – Identificação do transportador

Nome:		Morada:
Localidade:		Concelho:
Código Postal:	CAE:	NIF:
Tel.:	Fax.:	E-mail:
Matrícula do Camião ou Tractor:		Matrícula do Reboque ou Semi-Reboque:

Data: / /

Assinatura do Motorista:

II – Identificação da obra

Nome:		
Morada:		
Alvará n.º:	Localidade:	Concelho:
Código Postal:	Tel.:	Fax.:

III – Identificação do Produtor ou detentor

Nome:		Morada:
Localidade:		Concelho:
Código Postal:	CAE:	NIF:
Tel.:	Fax.:	E-mail:
Alvará ou Título de registo do InCI:		

Data: / /

Assinatura do Responsável em Obra:

IV – Classificação* e quantificação dos RCD e identificação do respectivo operador de gestão

Movimentos	Código LER	Quantidade (ton ou m³)	Destinatário	Assinatura do Destinatário
1				
2				
3				

* De acordo com a Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março (Lista Europeia de Resíduos)

